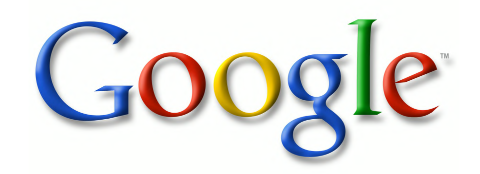





600020125G
G. 127. H. 24
E. BIBL. RADCL.
19. e. 23a
1666 d. 101



GRUNDZÜGE

DER

PHYSIOLOGIE DES MENSCHEN.

GRUNDZÜGE

DER

PHYSIOLOGIE DES MENSCHEN

MIT

RÜCKSICHT AUF DIE GESUNDHEITSPFLEGE.

FÜR DAS PRAKTISCHE BEDÜRFNISS DER ÄRZTE UND STUDIRENDEN
ZUM SELBSTSTUDIUM BEARBEITET

VON

JOHANNES RANKE,

DR. MED. UND PROFESSOR AN DER UNIVERSITÄT ZU MÜNCHEN.

ZWEITE UMGEARBEITETE AUFLAGE

MIT 270 HOLZSCHNITTEN.

LEIPZIG,

VERLAG VON WILHELM ENGELMANN

1872.



Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig.

Vorrede zur zweiten Auflage.

Der Gesichtspunkt, welcher bei der Ausarbeitung der ersten Auflage leitete, war der, dem ärztlichen Publikum die Hauptlehren der Physiologie in leicht verständlicher Form und mit Rücksicht auf die praktische Verwerthung darzubieten. Daher schien es nothwendig, von der Darstellung der rein physiologischen Lehren aus sogleich auf die Anwendung derselben für ärztliche Zwecke vor allem für eine physiologische Gesundheitspflege überzugehen. Ebenso erschien es erforderlich, die Beschreibung der physiologischen Technik, soweit sie für den Arzt eine hervorragendere Bedeutung besitzt, so vollständig zu machen, dass eine Ausführung der betreffenden chemischen und physikalischen Versuche nach der gegebenen Anleitung möglich erschien. Mit einem Wort: das Buch sollte ein zum Selbststudium geeignetes **Handbuch** der Physiologie und physiologischen Technik **für den Arzt** sein. Daraus ergab sich weiter, dass die ärztlich minder verwerthbaren Kapitel, oder diejenigen, welche sich wie die Ophthalmologie und Embryologie für das ärztliche Bedürfniss als eigene Disciplinen von der Physiologie abgesondert haben, hier entweder übergangen oder wenigstens nur ganz in der Kürze abgehandelt waren. Es wurde dadurch eine, natürlich sehr in die Augen springende Ungleichheit in der Darstellung der verschiedenen physiologischen Ergebnisse bedingt.

Die freundliche Aufnahme, welche das Buch von ärztlicher Seite gefunden hat, darf vielleicht als Beweis dafür gelten, dass die Aufgabe im Allgemeinen nicht unrichtig gestellt war; sie ist der Grund dafür, dass in der neuen Auflage der alte Grundplan beibehalten und im Einzelnen sogar noch mehr und direkter auf die ärztliche Verwerthung der vorgetragenen Lehren hingewiesen wurde.

Da sich aber das Buch auch Eingang auf Universitäten verschaft hat, so schien für eine neue Auflage, abgesehen von einer sorgfältigen Berichtigung und Durcharbeitung, eine grössere Gleichartigkeit in der Darstellung der einzelnen

Kapitel und ein Eingehen auf die bisher ausgeschlossenen Disciplinen Entwickelungsgeschichte und vergleichende Anatomie wünschenswerth. Es konnte das nur mit einer nicht unbeträchtlichen Vermehrung des Textes erreicht werden, die aber wenigstens zum grossen Theil durch reichlichere Anwendung kleinerer Lettern ausgeglichen werden konnte. Es wird durch den verschiedenen Druck, wie mir scheint, die Uebersicht über die verschiedenen Richtungen der Darstellung erleichtert.

Für die reiche und gelungene Ausstattung an Abbildungen aus den Schätzen ihres Verlags, sowie in Beziehung auf Druck und Papier spreche ich der rühmlichst bekannten Verlagshandlung meinen Dank aus.

Und so möge sich das Werk in seiner neuen Gestalt die alten Freunde erhalten und neue erwerben.

München im Mai 1872.

Johannes Ranke.

I.

Allgemeine Inhalts-Anzeige.

Allgemeine Physiologie.

Die Physiologie der animalen Zelle.

Specielle Physiologie.

I. Die Physiologie des Stoffwechsels.

I. Die Ernährung.

11. Kapitel: Die Blutbewegung.

1. Das Herz.

12. Kapitel: Die Blutbewegung.

2. Die Blutgefässe.

III. Ausscheidungen aus dem Blute.

13. Kapitel: Die Athmung.

1. Lunge und Athembewegungen.

14. Kapitel: Die Athmung.

2. Die Chemie des Gaswechsels.

15. Kapitel: Die Nieren und der Harn.

Specielle Physiologie.

II. Die Physiologie der Arbeitsleistung.

I. Thierische Wärme.

II. Arbeitsleistung der Knochen, Muskeln und Nerven.

Seite.

. Kapitel: Gesichtssinn.

1. Der Bau des Auges.

2. Die Dioptrik des Auges.

3. Gesichtsempfindungen.

4. Gesichtswahrnehmungen.

. Kapitel: Der Gehörsinn.

Seite.

Physiologie der Zeugungsdrüsen.

Kapitel: Die Zeugungsdrüsen. Hoden und Eierstock.

II.

Zusammenstellung

der

Bemerkungen zu einer physiologischen Gesundheitspflege.

I. Atmosphärische und klimatische Einflüsse auf die Gesundheit.

II. Beziehungen der Wohnung zur Gesundheit.

III. Die Ernährungseinflüsse auf die Gesundheit.

A. Nahrungsmittel:

IV. Einfluss der Reinlichkeit auf die Gesundheit.

V. Einige Einflüsse der äusseren Lebensstellung auf die Gesundheit.

III.

Zusammenstellung

der für den Arzt wichtigsten

Manipulationen der physiologischen Technik.

(Medicinische Chemie und medicinische Physik.)

I. Medicinische Chemie und Mikroskopie.

VII. Harnanalyse für ärztliche Zwecke: Seite.

1. Qualitative Untersuchung des Harns, der Harnsedimente und Harnsteine.

2. Qualitative Bestimmung der Harnbestandtheile.

II. Medicinische Physik.

IV.

Die Abbildungen.

Neu angefertigt wurden: 3. 8. 18. 40. 64. 84. 105. 107. 108. 118. 119. 121. 129. 130. 132. 162. 163. 164. 165. 166. 167. 168. 169. 170. 177. 181. 182. 183. 185. 186. 187. 188. 189. 190. 191. 192. 193. 194. 195. 210. 211. 212. 213. 214. 215. 217. 218. 219. 220. 221. 222. 223. 224. 225. 226. 227. 228. 229.

Die anderen wurden folgenden Werken entlehnt:

I. Kölliker, Histologie und Entwickelungsgeschichte. 2. 6. 7. 16. 17. 19. 21. 2[illegible] 26. 30. 31. 36. 37. 38. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 58. 61. 62. 63. 65. 66. 7[illegible] 79. 80. 82. 85. 87. 90. 91. 101. 102. 109. 110. 113. 114. 122. 123. 125. 128. 133. 137. 144. 150. 153. 160. 175. 178. 196. 204. 205. 233. 236. 237. 244. 253. 254. 263. 269. 270.

II. Frey, Histologie: 1. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 20. 23. 24. 27. 28. 29. 32. 3[illegible] 35. 39. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56. 59. 67. 68. 69. 70. 71. 73. 74. 75. 76. 77. 81. 8[illegible] 89. 92. 93. 94. 95. 96. 98. 99. 100. 103. 115. 116. 117. 126. 127. 131. 139. 140. 142. 143. 145. 146. 147. 148. 149. 151. 152. 154. 155. 159. 161. 172. 173. 174. 176. 197. 198. 231. 241. 250. 260. 262.

III. Stricker, Lehre von den Geweben: Langer: 57; Schweigger-Seidel: 106. Schultze: 124, C. Ludwig: 134. 136; Kühne: 179; A. Rollett: 199; A. Iwanoff[illegible] M. Schultze: 201. 202. 247. 248; Babuchin: 203. 242; Rüdinger: 230. 232; W. Wal[illegible] 234. 235. 239. W. Engelmann: 243. 245. 246; Gerlach: 249. 251. 252; S. Mayer[illegible] la Valette St. George: 264; Waldeyer 265. 266. 268.

IV. Gegenbaur, vergleichende Anatomie: 86. 111. 112. 138. 171. (170). 206. 207. 209. 238. 240. 255. 256. 257. 258. 259.

V. Kühne, physiologische Chemie: 97. 104. 179 Kühne in Strickers' L. B.

Allgemeine Physiologie.

Die
Physiologie der animalen Zelle.

Erstes Capitel.

Von der Gestalt der Zelle, ihrer Entstehung und Umbildung.

Schema der Zelle.

Aristoteles, der Begründer der exacten Forschungsmethode in den Naturwissenschaften, sagt in seinem Buche über die Theile der Thiere, dass der Mensch, der Gegenstand unserer fortwährenden Betrachtung, das unbekannteste Naturobject sei in Beziehung auf seinen inneren Bau.

Jene missverstandene religiöse Scheu, welche im Alterthum die Zergliederung des menschlichen Leibes unmöglich zu machen schien, ist dem natürlichen Interesse der Selbsterkenntniss, dem Wissensbedürfniss des Arztes gewichen. Es gab bald kein Naturobject, welches wenigstens in seinen gröberen Verhältnissen so gründlich durchforscht und auch erkannt gewesen wäre, als der Körper des Menschen; schon zu Ende des vergangenen Jahrhunderts schien die Frage nach dem inneren Bau des Menschen vollkommen erledigt.

Unserer Zeit ist es gelungen, da sie mit verbesserten Untersuchungshülfsmitteln von neuem an die Frage herantreten konnte, auch hier einen entscheidenden Fortschritt zu machen. Während man früher bei den betreffenden Untersuchungen nur zu einer grösseren Anzahl verschiedener Elementarformen, aus denen sich der Körper zusammensetze, gelangen konnte, ist es vor wenig Jahrzehnten geglückt, das allgemeine Formgesetz aufzufinden, nach welchem sich in allen jenen Verschiedenheiten eine überraschende Gemeinsamkeit ergibt.

Die Wissenschaft vom Körper des Menschen, von seinem Bau und seinen Verrichtungen verdankt ihre grossen Fortschritte, die sie in der letzten Zeit zu einer früher ungeahnten Vollkommenheit geführt haben, den vorausgegangenen Entdeckungen der Chemie und Physik. Jede neue Errungenschaft auf jenen Gebieten trägt hier ihre Früchte. Für die Verhältnisse, die wir zuerst zu betrachten haben, war es die Entdeckung des zusammengesetzten Mikroskopes, mit dessen Hülfe die entscheidenden Resultate gewonnen werden konnten.

Die grösste Entdeckung, welche wir dem Mikroskope verdanken, ist zunächst nicht, wie es auf den ersten Blick erscheinen könnte, die, dass es uns mit Hülfe seiner optischen Vergrösserung eine neue Welt mikroskopisch-kleiner Organismen eröffnete; als der grösste Erwerb mit seiner Beihülfe muss die Erkenntniss der

einfachen Elementarstructur des menschlichen Körpers und mit ihm der gesa ten organisirten Natur angesprochen werden.

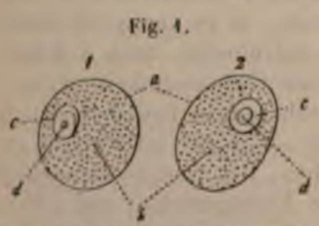
Dem, der sich ein nur annähernd richtiges Bild machen kann von der nigfaltigkeit der Thier- und Pflanzenformen, vom Menschen bis hinab zu kleinen, mit unbewaffnetem Auge nicht mehr sichtbaren Thierchen, von der bis zu dem mikroskopischen Pflänzchen, muss es im höchsten Grade Ersta einflössen, wenn die Wissenschaft lehrt, dass diese Menge ihm so grund schieden dünkender Erscheinungsformen nach Einem Plane gebaut sei; sie behauptet, dass eine Zusammenhäufung ein und derselben elementa Grundform von mikroskopischer Kleinheit diese Welt von Mannigfaltigk zusammensetzt.

Die Wissenschaft geht noch weiter, indem sie lehrt, dass jede dieser ei nen, den thierischen und pflanzlichen Leib aufbauenden Grundformen als eigener, im Wesentlichen abgeschlossener Organismus betrachtet we müsse. Der Organismus des Thieres und der Pflanze hört damit bis zu e gewissen Grade auf, eine in sich geschlossene Einheit darzustellen. Er is Aggregat jener Grundformen der Organisation, die wir als Grundorganismen mit Brücke als Elementarorganismen bezeichnen können. Die Wissenschaft ihnen den Namen Zellen bei. Im Folgenden haben wir uns auf die anin Zelle und ihre Betrachtung vor allem zu beschränken.

Die zahllosen, einen irgend grösseren Organismus zusammensetzenden Z führen auch in dieser Vereinigung eine unverkennbare Sonderexistenz. Wir s sie jede einzelne für sich entstehen, wachsen, sich fortpflanzen, erkranken Grunde gehen, ohne dass der übrige Gesammtorganismus an diesen Einzelsch salen eines seiner Grundtheilchen weiteren Antheil nehmen müsste. Das in duelle Leben jeder einzelnen Zelle gibt sich in eigenen, besonderen Thätigk zu erkennen. Das Gesammtleben, die Gesammtthätigkeiten des grossen Org mus sind aber das Resultat des Einzellebens, der Einzelthätigkeiten aller zusammensetzender Zellen. Es wird unsere Aufgabe sein, das Leben der möglichst nach allen Richtungen zuvor zu erforschen, wenn es uns gelingen die Gesammtfunctionen eines grösseren Organismus, in unserem Falle des men lichen Leibes, kennen und verstehen zu lernen.

Man definirte bisher die Zelle als ein kugel kernhaltiges, mikroskopisches Bläschen (Fig. mit zähflüssigem Inhalt. Diese Definition r nach den neueren Forschungs-Ergebnissen mehr aus, wie die folgenden Darstellungen ze werden.

Fig. 1.



Kuglige Zellen. a. Zellmenbran. b. Zelleninhalt. c. Kern. d. Kernkörperchen.

Es steht fest, dass alle höheren Thiere in frühesten Entwickelungsstadien ganz und ga Zellen bestehen, und dass alle die complicirt Bildungen ihres Organismus sich aus Zellen wickeln.

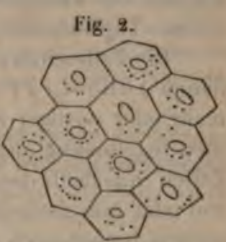
Der Gedanke, dass die zusammengesetzten Bildungen des thierischen O nismus aus gleichartigen belebten Urtheilchen beständen oder wenigstens daraus herleiteten, ist zuerst theoretisch, in einem gewissen Zusammenhang der Leibniz'schen Monadentheorie ausgesprochen worden (E. du Bois-Reym

hon im Jahre 1805 finden wir ihn in dem Werke über Zeugung bei Oken. ine Urtheilchen sind Bläschen; in dem Programm über das Universum (1808) gt er: »Der erste Uebergang des Unorganischen in das Organische ist die Ver-ndlung in ein Bläschen, das ich in meiner Zeugungstheorie Infusorium genannt be. Thiere und Pflanzen sind durchaus nichts anderes, als ein vielfach ver-veigtes oder wiederholtes Bläschen, was ich auch seiner Zeit anatomisch bewei-n werde.« Heusinger, Purkinje und A. F. J. Carl Mayer (in Bonn) kamen auch n theoretischer Seite zur Behauptung des Daseins organischer Urtheilchen, die zum Theil als Infusorien und Zoospermien ein selbständiges Leben führen ssen. Buffon glaubte, dass diese Urtheilchen sich zu grösseren Organismen leisterälchen) zusammenfügen könnten.

Valentin hat auf die Realität der Structur der thierischen Organismen aus äschen hingedeutet; die wissenschaftliche Reife durch Beobachtung erhielt die ehre im Jahre 1838 durch die Untersuchungen von Schwann, der im Jahre 1839 it der Schrift: »Mikroskopische Untersuchungen über die Uebereinstimmung in er Structur und dem Wachsthum der Thiere und Pflanzen« die Frage definitiv rledigte.

Die Bezeichnung »Zelle« für die genannten Bläschen rührt von der Aehnlich-keit her, welche feine Schnittchen junger Pflanzentheile unter dem Mikroskope mit einem Querdurchschnitte durch eine Anzahl zusammenhängender Zellen einer onigwabe zeigen (Fig. 2.). Die an einander gelagerten Bläs-chen zeigen oft wie die Bienenzellen auf dem Querdurch-schnitt eine sehr regelmässige sechseckige Gestalt. Es bekommt dadurch das mikroskopische Bild eine gewisse Aehnlichkeit mit einem grobmaschigen Zeuge, das die Be-zeichnung Gewebe für eine solche Zusammenordnung von Zellen zu rechtfertigen scheint, obwohl wenigstens bei den animalen Geweben diese Grundform sehr bedeutende Modi-fikationen erleiden kann.

Fig. 2.



Epidermis eines zweimonatlichen menschlichen Embryo, noch weich wie Epithelium. 350mal vergrössert.

Für ein Bläschen ist eine geschlossene Hülle, eine Haut oder Membran das wesentliche Charakteristicum. Wirklich zeigen viele als Zellen angesprochene Gebilde eher in späteren Stadien ihres Lebens eine Umhüllung, welche sich deutlich von der übrigen Masse der Zelle unterscheidet. Diese ellmembran zeigt in der Mehrzahl der Fälle auch für unsere besten Mi-roskope keine erkennbare Structur, sie scheint vollkommen homogen zu sein. Wir werden in der Folge unserer Betrachtungen auf Thatsachen stossen, die uns wingend darauf hinweisen, nicht nur dass feine Porenöffnungen in der Zellen-ülle enthalten sein müssen, welche den Ein- und Austritt von Stoffen der Zelle ermitteln; ja wir werden Andeutungen treffen, dass eine ganz bestimmte, me-hanische Anordnung sich finden müsse, welche einen Gegensatz zwischen der ussen- und Innenfläche in derselben statuirt. Als Andeutung eines feineren aues der Zellmembran sind die Beobachtungen von radiären Streifungen in den embranen einiger Zellen zu nennen, die den Anschein feiner Durchbohrungen wecken. Funke und Kölliker haben derartige »Porencanäle« an den die nenfläche des Darmes der Säugethiere auskleidenden Zellen und zwar an ihrem ellen Grenzsaum, der dem Darmlumen zugekehrt ist, aufgefunden. Auch bei

II. Medicinische Physik.

IV.

Die Abbildungen.

Neu angefertigt wurden: 3. 8. 18. 40. 64. 84. 105. 107. 108. 118. 119. 1
121. 129. 130. 132. 162. 163. 164. 165. 166. 167. 168. 169. 170. 177. 181. 182. 183. 1
185. 186. 187. 188. 189. 190. 191. 192. 193. 194. 195. 210. 211. 212. 213. 214. 215. 2
217. 218. 219. 220. 221. 222. 223. 224. 225. 226. 227. 228. 229.

Die anderen wurden folgenden Werken entlehnt:

I. Kölliker, Histologie und Entwickelungsgeschichte. 2. 6. 7. 16. 17. 19. 21. 22.
26. 30. 31. 36. 37. 38. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 58. 61. 62. 63. 65. 66. 72.
79. 80. 82. 85. 87. 90. 91. 101. 102. 109. 110. 113. 114. 122. 123. 125. 128. 133. 1
137. 144. 150 153. 160. 175. 178. 196. 204. 205. 233. 236. 237. 244. 253. 254. 263. 2
269. 270.

II. Frey, Histologie: 1. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 20. 23. 24. 27. 28. 29. 32. 33.
35. 39. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56. 59. 67. 68. 69. 70. 71. 73. 74. 75. 76. 77. 81. 83.
89. 92. 93. 94. 95. 96. 98. 99. 100. 103. 115. 116. 117. 126. 127. 131. 139. 140. 1
142. 143. 145. 146. 147. 148. 149. 151. 152. 154. 155. 159. 161. 172. 173. 174. 176. 1
197. 198. 231. 241. 250. 260. 262.

III. Stricker, Lehre von den Geweben: Langer: 57; Schweigger-Seidel: 106; F. Schultze: 124; C. Ludwig: 134. 136; Kühne: 179; A. Rollett: 199; A. Iwanoff: 2
M. Schulze: 201. 202. 247. 248; Babuchin: 203. 242; Rüdinger: 230. 232; W. Waldey
234. 235. 239; W. Engelmann: 243. 245. 246; Gerlach: 249. 251. 252; S. Mayer: 2
la Valette St. George: 264; Waldeyer 265. 266. 268.

IV. Gegenbaur, vergleichende Anatomie: 86. 111. 112. 138. 171. (170). 206. 207. 2
209. 238. 240. 255. 256. 257. 258. 259.

V. Kühne, physiologische Chemie: 97. 104. (179 Kühne in Strickers' L. B.).

Allgemeine Physiologie.

Die
Physiologie der animalen Zelle.

weiteren Differenzirungen des Leibes dieser »Elementarorganismen« (Brücke), führt zunächst zur Bildung eines »Kernes«, vielleicht zunächst noch ein solider, festweicher Protoplasmatheil, der mehr und mehr an Selbständigkeit gegenüber dem übrigen Protoplasma gewinnt, und sich durch eine eigene Membran abschliessen kann, welche z. B. bei dem Keimbläschen, dem Kern des unbefruchteten Eies, das als eine Zelle auf dem Höhepunkt der formalen Entwickelung betrachtet werden darf, auf das Sicherste nachgewiesen ist. Der Kern gestaltet sich dadurch in ein Bläschen um. Der Kern entsteht aus dem Protoplasma, er liegt stets in demselben eingebettet, er ist im Stande sich wieder zu Protoplasma aufzulösen, er enthält die wesentlichen chemischen Bestandtheile derselben (Eiweisskörper, Kuehne), er ist, da wo er sich findet, ein besonders wesentlicher Theil des Protoplasma. In diesem Zustande der Differenzirung: Protoplasma mit eingelagertem Kern scheinen sich die animalen Elementarorganismen vielfältig zu finden, man spricht auch diesen Zustand als einen Jugendzustand der Zelle an. Consequent müssen derartige Gebilde von denen »nackte Zellen« genannt werden, welche zum Begriff der Zelle die Membran als unerlässlich voraussetzen.

Die Stoffe des Protoplasmas differenziren sich, wie wir eben sahen, zunächst in Kern und den diesen umhüllenden Protoplasmarest. Die Stoffe, die den Kern bilden, waren vor seiner Abscheidung in irgend einer Weise im Protoplasma gelöst, sie können wieder in das Protoplasma zurückkehren. Auch die anderen Differenzirungen der Zelle die Bildung der Zellmembran und der Zwischenzellenmassen, die Bildung der körnigen und flüssigen Protoplasmaeinschlüsse, die Bildung der Kernkörperchen sind zunächst Differenzirungen des Protoplasmas, die Stoffe, aus denen sie bestehen, oder ihre Bildungsmaterien, waren vorher in irgend einer Form im Protoplasma vorhanden. Das ungeformte Protoplasma der Zelle mit dem Kern, die »vorzugsweise lebende Substanz« Kölliker's, die »Keimsubstanz der Zelle« Lionell Beale's (germical matter) umgibt sich in der Folge des Zellenlebens mit »geformter Materie« (formed material), das mehr erhärtend aus der lebhaften Stoffbewegung des Protoplasmas heraustritt. So entsteht die Zellmembran, die Zellkapsel, die »Zwischensubstanz« des Bindegewebes, in welchen noch neue Differenzirungen chemischer Art, Haut- und Schichtbildungen von abwechselnd verschiedenem Wassergehalt der geformten Materie oder elastischer Erhärtung derselben auftreten können. Es liegt dann in einem verschieden dicken Hof »geformter Materie« der Zellkern umgeben von seinem Protoplasmarest eingebettet, welche zusammen immer noch das eigentlich Wesentliche der Zelle darstellen.

Das Protoplasma hat die Fähigkeit, sich mit Flüssigkeiten zu imbibiren oder zu mischen, während des Lebens in nur geringem, wechselndem Grade. In dem Zustande der höchsten Lebensenergie scheidet es activ die aufgenommenen Flüssigkeiten entweder nach aussen ab, sodass sich dadurch seine Masse verringert, oder die Abscheidung geschieht in das Protoplasma selbst, wodurch dann mit wässeriger Flüssigkeit erfüllte Hohlräume im Protoplasma entstehen. Das Protoplasma bekommt dadurch eine Art von zusammengesetztem Bau (Brücke). Durch partielle Contractionen des Protoplasmas können die wässerigen Inhaltsmassen mit ihren körnigen Einschlüssen hin und her bewegt werden. Durch innere Veränderung des Protoplasmas saugt es oft mit einem Mal seine Höhlenflüssigkeiten in sich ein, um sie später langsam wieder abzuscheiden.

Die ausgebildete, in sich abgeschlossene Zelle lässt sonach (J. Sachs) eine Anzahl concentrisch gelagerter, chemisch und physikalisch verschiedener Schichten: feste, halbfeste, flüssige, unterscheiden. In der jugendlichen Zelle, die nur aus undifferenzirtem Protoplasma bestehen kann, ist die Fähigkeit zu dieser Schichtenbildung das Charakteristische.

Die Eizelle.

Das reife Ei der Menschen und der Säugethiere wird meist als der Typus der animalen Zellen betrachtet, man nennt es in diesem Sinne **Keimzelle**.

Das menschliche Ei besitzt vollkommene Kugelgestalt. Sein Durchmesser beträgt 0,18—0,2 Mm. Sein zähflüssiges, körniges Protoplasma wird als **Dotter-**

masse bezeichnet. Sie ist umgeben mit einer ziemlich dicken, farblosen, geschichteten Membran, der Zona pellucida, welche in einzelnen Fällen z. B. beim Maulwurf noch eine weitere Struktur entsprechend ihrer senkrechten Streifung erkennen lässt (cf. Abbildung). Eingebettet in das Protoplasma liegt ein helles Bläschen, das Keimbläschen, das als Zellkern angesprochen zu werden pflegt. In ihm zeigt sich eine körnige dunklere Masse, der Keimfleck als Kernkörperchen.

Von den anderen animalen Zellen unterscheidet sich das Ei zunächst durch seine bedeutendere Grösse, die es dem unbewaffneten Auge noch sichtbar macht, während fast alle animalen Zellen sonst nur mit Hülfe des Mikroskops zu erkennen sind im Durchschnitt von 0,005 —0,01‴ Grösse.

Zur vergleichenden Anatomie. — Die Zellen der Pflanzen sind in ihrem Verhalten den thierischen Zellen analog. Man hielt früher das Vorkommen einer äusseren Zellmembran aus Cellulose bestehend für einen durchgreifenden Unterschied zwischen Pflanzen- und Thierzellen. Doch zeigt sich auch hier keine scharfe Scheidungslinie zwischen Pflanze und Thier. Bei niederen Thieren ist Cellulose mit all ihren von der Pflanzenzelle her bekannten Eigenschaften aufgefunden worden. Nach den Untersuchungen von Löwig und Kölliker scheint ihr Vorkommen auf die Tunicaten beschränkt zu sein. Man hat Cellulose nachgewiesen: im Mantel der Phallusia mammillaris, in der knorpeligen Hülle der einfachen Ascidien, in dem lederartigen Mantel von Cynthien, endlich im äusseren Rohr der Salpen.

Auch bei den Pflanzenzellen spielt das Protoplasma die Hauptrolle. Es ist eiweissreich, hat die Fähigkeit der Contractilität in analoger Weise wie das thierische Protoplasma, die chemische Zusammensetzung ist übrigens bei beiden mit Ausnahme des Eiweissgehaltes doch nicht unwesentlich verschieden, insofern bei der Pflanzenzelle die Cellulose ein gewöhnlicher Bestandtheil ist, die, wie erwähnt, in der Thierzelle nur in ganz einzelnen Fällen vorkommt. Auch die Bestandtheile des Zellsaftes sind in beiden Reichen meist ziemlich different.

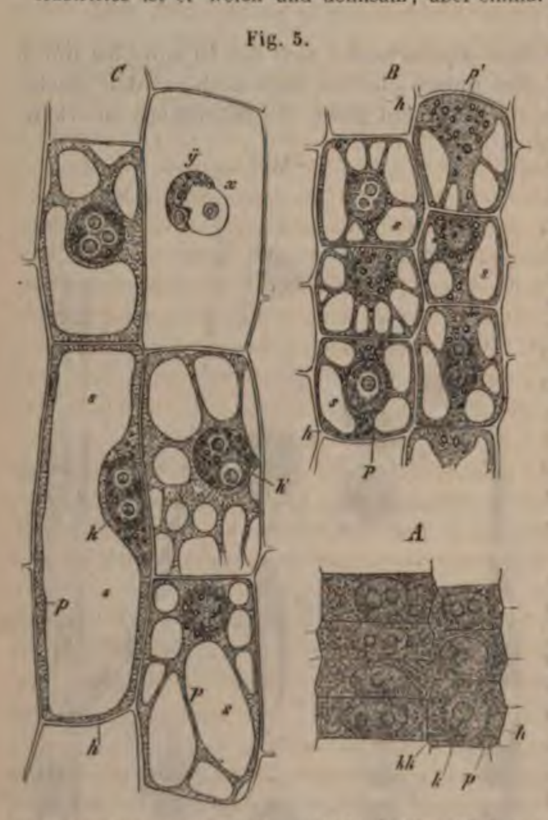
Fig. 4.



Stigeoclonium insigne (nach Nägeli, Pflanzenphysiol. Untersuchungen Heft I); *A* ein aus einer Zellenreihe bestehender Ast der Alge mit einem Seitenzweig; *cl* sind grün gefärbte Protoplasmagebilde (Chlorophyll), welche dem farblosen, in der Zeichnung nicht sichtbaren Protoplasmaschlauch jeder Zelle eingebettet sind; *B* die Protoplasmakörper der Zellen contrahiren sich und treten durch Oeffnungen der Zellhäute hinaus; *C* Schwärmspore noch ohne Haut; *D* eine solche zur Ruhe gekommen, bei *E* und *F* getödtet; das Protoplasma *p* zieht sich zusammen und lässt die neugebildete Zellhaut *h* erkennen; *H* eine junge, aus der Schwärmspore erwachsene Pflanze; *G* zwei Zellen eines Fadens, die in Theilung begriffen sind. Der Protoplasmakörper jeder Zelle (*x* und *y*) ist einstweilen in 2 gleiche Theile zerfallen und durch ein zugesetztes Reagens contrahirt.

Die Entstehung der **Schwärmsporen** der Algen und mancher Pilze zeigt uns di ständigkeit des Protoplasmakörpers von dem Werth einer Zelle sehr deutlich. Na Untersuchungen von NAEGELI zieht sich z. B. bei Stigeoclonium insigne (Fig. 4) das m saft erfüllte Protoplasma einer Zelle zusammen, lässt das Wasser des Zellsaftes au und bildet einen soliden, rundlichen Klumpen, der nun durch eine Oeffnung in der Z entweicht und durch innere Kräfte getrieben im Wasser umherschwimmt. Während Austrittes ist er weich und dehnsam, aber einmal frei geworden nimmt er eine sp bestimmte, durch innere Krä dingte Gestalt an. Meist nach Stunden kommt die Schwärmsp Ruhe und lässt nun eine Cellulos bran erkennen, die ihr anfänglich sie beginnt nach weiteren Differe gen im Innern zu wachsen.

Fig. 5.



Parenchymzellen aus der mittleren Schicht der Wurzelrinde von Fritillaria imperialis; Längsschnitte, nach 550maliger Vergrösserung. *A* dicht über der Wurzelspitze liegende, sehr junge Zellen, noch ohne Zellsaft; *B* die gleichnamigen Zellen etwa 2 Millimeter über der Wurzelspitze, der Zellsaft *s* bildet im Protoplasma *p* einzelne Tropfen, zwischen denen Protoplasmawände liegen; *C* die gleichnamigen Zellen etwa 7—8 Millimeter über der Wurzelspitze; die beiden Zellen rechts unten sind von der Vorderfläche gesehen; die grosse Zelle links unten im optischen Durchschnitt gesehen; die Zelle rechts oben durch den Schnitt geöffnet; der Zellkern lässt unter dem Einfluss des eindringenden Wassers eine eigenthümliche Quellungserscheinung wahrnehmen (*x y*) (SACHS).

Die Pflanzenzelle wird als von dem Protoplasmakörper g dieser selbst ist eine nackte, pr diale Zelle, er verhält sich z gebildeten Pflanzenzelle wie di zum fertigen Insect, welche reicher gegliedert aus jenen wickelt (SACHS).

Die Organe der Pflanzenzelle den sich aus dem Protoplasma welchem sie also vor diesem A den in irgend einer Weise gelöst

Die fertige Pflanzenzelle zeigt sich in der überwiegenden zahl der Fälle in saftigen Pf theilen zusammengesetzt aus dr centrisch gelagerten Schichten: einer **äusseren**, festen, elastisc **Cellulose** bestehenden **Zell bran**. Dieser liegt im Innere zweite ebenfalls allseitig geschl jedoch nicht einfach blasche Schicht an, deren Substanz au **toplasma** (MOHL) besteht (Prim schlauch). Innerhalb dieser z Zellschicht finden sich meist n dere Protoplasmaportionen als und Stränge. Bei den höheren P liegt ausnahmslos in das Proto eingebettet ein rundlicher Korpe misch dem Protoplasma sehr ä **der Kern**. In jugendlichen Zel füllt Protoplasma und Kern den Zellraum im Protoplasma ganz, später scheidet sich im Protoplasma wässerige Flüss **Zellsaft** aus. Ausserdem kommen in den Zellen der Pflanzen sehr gewöhnlich no Protoplasma zugehörige **körnige Einschlüsse** vor, von denen die den Pflanz Farbe ertheilenden **Chlorophyllkörper** die wichtigste Rolle spielen (SACHS).

Entstehung der Zelle.

Die Annahme, dass die Zelle als der Grundtypus der Organisation anzusehen i, fand eine Zeit lang Widerstand von Seite ausgezeichneter Forscher und Gehrten. Es scheint, dass der Grund dafür in dem anspruchsvollen Gebahren eser Lehre im ersten Anfange ihres Auftretens zu suchen ist. Sie hatte, obwohl m auf exacte Forschung und wirkliche Beobachtung gestützt, doch noch etwas n dem Gewande der Naturphilosophie an sich, welche sie schon so weit früher f speculativem Wege aufgestellt hatte. Nach der Lehre Oken's entständen die rbläschen, seine Infusorien, aus einem flüssigen unorganisirten Bildungsaterial, das die chemischen Stoffe, aus welchen sich der primitive Organismus sammengesetzt zeigt, in Lösung erhält. Dieselbe Anschauung wurde von hwann und Schleiden über die Entstehung der Zelle vorgetragen. Man schien s Geheimniss der Entstehung der Organisation aus den unorganisirten Grundffen erschlossen zu haben. Ist man einmal im Stande, die Bildung der Zelle zu klären, so ist es leicht, durch Vermehrung und vielfache Verzweigung derselen, wie es die Naturphilosophie gethan hatte, die Entstehung der complicirtesten ganismen anschaulich zu machen. Auch die übrigen Lebensvorgänge schienen niger unbegreiflich, wenn man sie in diese kleinen belebten Urtheilchen vergen konnte. Dem damals herrschenden Vitalismus schien es, als würde den ebenskräften, die man die Wunder der Organisation verrichten liess, ihr Gehäft erleichtert gleichsam durch Vervielfältigung der Etappen, durch Kleinheit s Bezirks, in welchem sie feindlichen anorganischen Kräften entgegen die orgaischen Aufgaben zu erfüllen hätten (E. du Bois Reymond). Es schien, als wenn s Mikroskop das alte über den Lebenserscheinungen schwebende Dunkel vercheucht hätte.

Die mikroskopische Entdeckung der einheitlichen Organisation der Thiere und flanzen bringt uns jedoch selbstverständlich, sobald es sich um letzte Erklärungn handelt, um keinen Schritt weiter, mögen wir die Lebenserscheinungen nun n die mikroskopischen Zellen und Zellgebilde verlegen, oder mögen wir uns nur n die Leistungen der grösseren organisirten Massen halten.

Wir (Mikroskopiker) befinden uns, sagt Leydig, wie mir däucht, leider in gleichem alle mit Einem, der, ‚das Leben' etwa einer Wiese, eines Waldes eine Zeit lang on einem fernen Standpunct aus studirte und nun glaubt, es würde sich ihm ein sseres Verständniss von dem Wachsen, von dem Grünwerden, sich Entfärben ufthun dadurch, dass er näher tritt, um die einzelnen, die grünende Fläche zummensetzenden Pflanzenarten in's Auge fassen zu können. Allerdings wird er tzt mancherlei interessante neue Beobachtungen machen, aber in der Hauptsache leibt das Räthsel von vorhin; er steht noch immer vor denselben Fragen, nur it dem Unterschied, dass er die Veränderungen gegenwärtig an jedem Pflanzenindividuum ebenso gewahrt, wie zuvor an der grossen grünenden Fläche.

Nach Schwann's Lehre unterschied man zwei verschiedene Bildungsarten der Zellen: eine sogenannte freie Entstehung und eine Erzeugung unter Betheiligung anderer Zellen sogenannter Mutterzellen. Bei der ersteren Entstehungsart sollten die Zellen um freie Kerne in der Bildungsflüssigkeit sich erzeugen.

Man pflegte mit Rücksicht auf die gelehrte freie Entstehung die Zellen

mit Krystallen zu vergleichen; und nannte die Form der Zelle die Krystal tionsform der höheren organischen Stoffe. Man dachte sich die Zelle ebenso d Niederschläge aus dem flüssigen Bildungsstoffe entstanden, wie die Krystalle bilden. Es sollten in der Flüssigkeit, welche die chemische Elementarzusam setzung der Zelle enthielt — dem Cytoblasteme (von κύτος Bläschen βλαστήμα Keimsubstanz) — zuerst Molecularkörnchen entstehen. Einige diesen kommen näher an einander zu liegen und beginnen damit eine Art M punct für die zerstreut umliegenden Körnchen zu bilden. Diese lagern sich dem Centrum angezogen immer näher kugelig an dieses an. Nach und nac den Stichwörtern der Entstehungshypothesen — consolidiren sich die im M puncte liegenden Körnchen mehr und mehr und erhärten zuletzt zum Kerne, nun als neuer Attractionsmittelpunct wirkt bis zur Bildung einer vollkomm Zelle. Nach SCHWANN sollte die **freie Zellbildung** im Gegensatz zu den P zen die häufigere Art der Zellbildung bei den Thieren sein.

Den ersten Stoss erfuhr diese Entstehungshypothese, die im Grunde mi Generatio aequivoca identisch ist, schon im Jahre 1840 durch die Erklärung CHERT's, dass er bei Embryonen nirgends das behauptetete Cytoblastem finde Jahre 1844 konnte es KÖLLIKER aussprechen, dass alle Zellen der Embry von den Furchungskugeln, den ersten Abkömmlingen der Eizelle, abstam was durch REICHERT bestätigt wurde. Den Todesstoss erhielt die Lehre durc Untersuchungen VIRCHOW's vor allem über die Betheiligung der Bindegewebsz an den pathologischen Zellenneubildungen, z. B. der Eiterung, die man bis als eine der Hauptstützen der Ansicht von der freien Zellenbildung betracht dürfen meinte [1]).

Es ist nämlich nicht zu läugnen, dass sich die Lehre von der freien Zellbil auf mikroskopische Beobachtungen zu stützen scheint. Man sieht wirklich Umständen in Flüssigkeiten, welche die gewöhnlichen chemischen Bestandtheil Zellen enthalten, z. B. in Flüssigkeiten von Brand- oder Vesicatorblasen au Haut, mikroskopische Bilder, welche der oben gegebenen Darstellung vollkom zu entsprechen scheinen. Man darf aber nicht die Stadien eines endlichen Z **falles** nicht mehr lebensfähiger, abgestossener Zellen in Flüssigkeiten für Ausdruck einer Neubildung aus den Urstoffen nehmen. Die Auflösung der Z hat als Schlussstadium den Zerfall in kleine, moleculäre Körnchen, welche als letzte Zeugen einer ehemaligen Organisation endlich auch verflüssigen [2]).

Von dem Gedanken, dass die Zelle die Krystallisationsform der hö organischen Stoffe sei, befreite uns definitiv die Beobachtung, dass die hö zusammengesetzten organisch-chemischen Stoffe, eine wirkliche Krystallform nehmen können.

Die Wissenschaft kennt keine freie Zellenbildung, sie auch in dieser Beziehung ihren auf Betrachtung gegründ

---

1) An VIRCHOW's Beobachtungen schliessen sich ergänzend die COHNHEIM's über de sprung der Eiterzellen aus weissen Blutzellen an.

2) Eine andere Anschauung über die Entstehung der Zellmembran bei der freien Z bildung dachte sich dieselbe durch Imbibition von Flüssigkeit in der Kernmasse entsta wodurch die äusseren Theile von den inneren abgehoben würden, und blasenartig ausge let, wie man derartige Vorgange durch Einbringen organischer Stoffe in sehr verdünnte serige Lösungen wirklich künstlich hervorrufen kann (M. TRAUBE).

Satz aufrecht, dass alles Lebendige zu seiner Entstehung ein Lebendiges voraussetzt: omne vivum e vivo.

Der wirklich beobachtete Vorgang der Entstehung neuer, junger Zellen erinnert an die Fortpflanzung niederer Thiere. Man kann eine Vermehrung der Zellen **durch einfache Theilung** und durch **endogene Theilung** (Kölliker) unterscheiden. Der Vorgang der Zellenvermehrung geht von dem Zellenkerne aus. Dieser bekommt bei der einfachen Zelltheilung entweder, wie es scheint, eine Furche, die an Tiefe zunehmend ihn endlich in zwei Theile, zwei Kerne zerfallen lässt, oder es löst sich der Kern in dem Protoplasma zuerst auf und es scheiden sich dann zwei neue Kerne aus (Fig. 6.). So entstehen nun in der Zelle zwei wirksame Mittelpuncte, welche sich in die Gesammtmenge des Zelleninhaltes (Protoplasmas) theilen. Es geht die vollkommene Trennung der beiden Zellen dann meist so vor sich, dass sich der Zelleninhalt um die Kerne abschnürt, so dass auf diese Weise zwei vollkommen neue Zellen aus der Mutterzelle entstanden sind. Dieser Theilungsact wurde zuerst von Remak (1841) an den rothen Blutzellen der



Fig. 6. Blutkügelchen in der Entwickelung.

Fig. 7. Drei Eier von Ascaris nigrovenosa, 1. aus dem zweiten, 2. aus dem dritten und 3. aus dem fünften Stadium der Furchung mit 2, 4 und 16 Furchungskugeln; *a*) äussere Eihülle, *b*) Furchungskugeln. In 1 enthält der Kern der untern Kugel zwei Nucleoli, in 2 die unterste Kugel zwei Nuclei.

Embryonen beobachtet. Man findet die rothen, kernhaltigen Blutzellen bei Embryonen von Hühnern, Säugethieren und vom Menschen in allen Stadien der Kerntheilung und des Zerfalles, mit 1—2—4 Kernen und mehr oder weniger eingeschnürt bis zur gänzlichen Trennung in anfangs noch sehr nahe an einander liegende Zellen. Kölliker, der Remak's Entdeckung bestätigte, konnte die Zelltheilung noch an den Elementen der Milzbläschen, Milzpulpe, den Lymphdrüsen, den Markzellen der wachsenden Knochen etc. nachweisen. Manchmal gestaltet sich der Vorgang etwas anders und man beschreibt ihn dann als eine Knospen- oder Sprossenbildung. Auch hierbei geht die Theilung von dem Zellkerne aus. Es entstehen zuerst an Stelle des einfachen Kernes mehrere, und diese legen sich an verschiedenen Stellen der Zellenwandung an, wodurch diese an den Anlagerungsstellen anfänglich knopfförmig ausgebuchtet wird. Diese Abschnürungen wachsen und trennen sich mehr und mehr von der Mutterzelle ab; die Verbindung mit letzterer wird stielförmig ausgezogen, bis sich endlich die neuentstandene Tochterzelle ganz von der Mutterzelle abgelöst hat (Fig. 8.).

Fig. 8.



Vermehrung der Zellen durch Sprossenbildung. Eiertraube von Gardius (nach Meissner).

Die zweite Art der Zellentstehung wird nach Kölliker die endo
Zelltheilung genannt. Er rechnet hierher die Fälle, in denen die Vermel
der Zellen innerhalb der Zellmembran der Mu
zelle vor sich geht. Hierher gehört vor
die Furchung und die Vermehrung der K
pelzellen, ausserdem noch eine Anzahl p
logischer Vorgänge, bei denen sich aus einer
eine Brut neuer Zellen entwickeln kann, w
einen ganz anderen Charakter erkennen lasse
die Mutterzelle. Die letzteren Beobachtunge
ziehen sich vor allem auf die Bildung von
körperchen im Zellinhalte der verschiedenster
len bei entzündlichen Zuständen (Fig. 9.).
wahrscheinlich, dass auch diese Zellbildun
Zellkerntheilung beruht, wie die beiden ange
ten physiologischen Zellbildungen, wenn wir
an eine Einwanderung der Eiterkörperc
jene Zellen denken wollen.

Fig. 9.



Die Bildung von Eiterkörperchen im Innern von Epithelialzellen aus dem menschlichen und Säugethier-Körper. *a* Einfache Cylinderzelle des Galleganges vom Menschen; *b* eine solche mit 2 Eiterzellen, *c* mit 4 und *d* mit vielen dieser Inhaltszellen; *e* die letzteren isolirt; *f* eine Flimmerzelle aus den menschlichen Athemwerkzeugen mit einem und *g* eine Plattenepithelzelle aus der menschlichen Harnblase mit reichlichen Eiterkörperchen.

Es ist das Säugethierei das geeignetst
ject, um an ihm die Zellvermehrung durch
theilung zu studiren. Der Vorgang dieser pri
Eientwickelung wird als Furchung bezeichnet, die aus der Furchung he
gehenden Zellen als Furchungskugeln oder Furchungszellen. Man
zuerst von der Zona pellucida die D
masse etwas zurückweichen, das K
bläschen verschwindet, und es tritt
ein neuer, ebenfalls bläschenför
Kern auf. Sodann theilt sich dieser
in zwei Theile. Um jedes dieser
entstandenen Centren gruppirt sic
Theil des Protoplasmas zu einer k
gen Masse. Indem die Kerne dieser
entstandenen Furchungskugeln sich
der und wieder theilen und zu A
hungsmittelpuncten für den Ei
werden, entstehen zuerst vier,
acht, dann sechzehn und sofort
immer kleiner werdende Furchun
geln (Fig. 10.). Diese lassen an
keine eigene Zellenmembran erke
Erst später erhärtet ihr heller Ra
einer hautartigen Hülle. Zuletzt is
ganze Inhalt der Eizelle zu einer
Brut kleiner, kugeliger, starkglänz
Zellen zerfallen, welche zu einem maulbeerförmigen Körper zusammenge
sind. Aus einem Theile dieser Zellen baut sich in der Folge der Embryon
per auf. Die Furchungszellen theilen und vermehren sich dabei fort und for

Fig. 10.



Theilung des Säugethiereis, halbschematisch. 1. Die Dottermasse in zwei, 2 in vier Kugeln (Zellen) mit Kernen zerfallen. Bei 3 eine grosse Zahl gekörnter Kugeln. 4. *a b*. Einzelne Kugeln.

schliessen sich in verschiedener Weise zusammen, wobei sich Gestalt und Inhalt auf das mannigfachste verändern.

Zur vergleichenden Physiologie. — Bei den Pflanzen hat man mit grosser Genauigkeit die Entstehung der Zellen verfolgen können. Da bei dem genaueren Studium der physiologischen Vorgänge die Pflanzen- und Thierzelle immer mehr Analogieen erkennen lassen, so ist es interessant, die bei der Neubildung der Pflanzenzellen gewonnenen Resultate mit der für die Thierzelle festgestellten zu vergleichen. Nach J. Sachs beginnt die Entstehung einer neuen Pflanzenzelle immer mit der Neugestaltung eines Protoplasmakörpers um ein neues Bildungscentrum; das Material dazu wird immer von schon vorhandenem Protoplasma geliefert, der neu constituirte Protoplasmakörper umkleidet sich eher oder später mit einer Zellhaut. Diese allgemeinen, der Neubildung aller Pflanzenzellen zukommenden Vorgänge stimmen, wie wir sehen, genau mit den oben beschriebenen Vorgängen der thierischen Zellbildung überein. Im Speciellen werden dann von J. Sachs für die pflanzliche Zellbildung drei Haupttypen aufgestellt: 1) die Erneuerung oder Verjüngung einer Zelle, d. h. die Bildung einer neuen Zelle aus dem gesammten Protoplasma einer schon vorhandenen Zelle, 2) die Conjugation oder die Verschmelzung von zwei (oder mehr) Protoplasmakörpern zur Bildung einer Zelle, 3) die Vermehrung einer Zelle durch Erzeugung von zwei oder mehr Protoplasmakörpern aus einem.

Jeder dieser Typen zeigt mannigfaltige Abänderungen und Uebergänge zu den andern. Bei dem dritten Typus, der Vermehrung der Zelle, sind zunächst zwei Fälle zu unterscheiden, je nachdem zur Bildung der neuen Zellen nur ein Theil des Protoplasmas der Mutterzelle verwendet wird (freie Zellbildung) oder die Gesammtmasse desselben in die Tochterzellen übergeht (Theilung). Dieser letztere bei weitem häufigste Vorgang zeigt nun wieder eine Reihe von Verschiedenheiten: z. B. ob schon während der Theilung oder erst nach ihrer Vollendung Zellhaut ausgeschieden wird.

Diese Eintheilung ist eine sehr vollkommene, und wir können sie fast ganz auf die Vorgänge der thierischen Zellneubildung übertragen.

Die Eintheilung Kölliker's, die wir oben gaben, in einfache und endogene Zelltheilung beziehen sich auf den dritten Typus von Sachs. Auch bei der thierischen Zelle finden wir bei ihrer Vermehrung die für die pflanzliche Zelle in dieser Hinsicht aufgestellten Unterschiede: Zelltheilung mit ihren beiden Modificationen. Bei der einfachen Zelltheilung Kölliker's sehen wir die Gesammtzelle mit ihren oberflächlichen Schichten (Zellmembran) betheiligt. Wie bei den Pflanzen so beruht auch bei den animalen Organismen die Ausbildung des Gesammt-Körpers, des Zellgewebes, zunächst auf dieser Zelltheilung, sie ist der häufigste Vorgang in beiden Naturreichen. Kölliker's endogene Zellbildung umfasst die weiteren Modificationen des dritten Typus. Wie bei den Pflanzen, so kommen auch bei den Thieren diese betreffenden Vermehrungs-Vorgänge meist im Zusammenhange mit dem sexuellen Leben zur Erscheinung.

Sachs' freie Zellbildung entspricht der partiellen Einfurchung bei Fischen und Cephalopoden, wie sie von Rusconi, Vogt und Kölliker zuerst beschrieben wurde. Hier betheiligt sich zuerst auch nur ein kleiner Abschnitt des Eiprotoplasmas an der Neubildung der aus dem Ei entstehenden Furchungszellen. So »furcht sich« bei den Tintenfischen nach Kölliker von dem Protoplasma des ovalen Eies nur eine ganz kleine Stelle in der Nähe des spitzen Endes. Dass die Furchungszellen oder Furchungskugeln zunächst noch keine Zellmembran erkennen lassen und eine solche erst später erhalten, hat schon Erwähnung gefunden. Bei der Furchung anderer Eier, z. B. des Säugethieres ist die Verwendung des Protoplasmas der sich vermehrenden Zelle eine totale und zwar ohne Betheiligung der Eizellhülle an dieser Theilung.

Sachs' zweiter Typus der Zellbildung, die Conjugation oder Verschmelzung von zwei oder mehr Protoplasmakörpern zur Bildung einer neuen Zelle, ist bei den Pflanzen in ihrer typischen Form, wobei das gesammte Protoplasma zweier in Grösse nicht verschiedenen Zellen sich zu einem neuen Protoplasmakörper vereinigt, auf einzelne Gruppen der Algen

und Pilze (Conjugaten) zum Zwecke der Fortpflanzung beschränkt, doch kommen bei geschlechtlichen Fortpflanzung der Kryptogamen ganz analoge Erscheinungen vor, ind bei diesen nur die Grösse der sich zu einer neuen Zelle vereinigenden Protoplasmagebi verschieden ist. Die kleinen männlichen, beweglichen Befruchtungskörper oder Sperma zoiden der Kryptogamen sind nackte Protoplasmagebilde, denen man den Werth e Primordialzelle zuerkennt; im weiblichen Organ dieser Pflanzen findet sich eine Zelle, sich nach aussen öffnet; sie enthält einen Protoplasmakörper, der durch die Spermatozoi befruchtet wird. In sicher beobachteten Fällen (Oedogonium, Vaucheria) verschmelzen d mit jenen, worauf erst die Neubildung einer Zelle erfolgt. Stets ist die durch Verschmelz entstandene Zelle eine Fortpflanzungszelle, mit ihr beginnt die Entwickelung eines ne Individuums.

Der gleiche Vorgang, wie er eben für die Kryptogamen beschrieben wurde, findet bei der **Befruchtung der Eizelle der Thiere.** Auch hier entsteht eine neue Ze welche zu einem neuen animalen Individuum sich entwickeln kann, durch die Verschmelz heterogener Protoplasmakörper, von denen sich der eine, das Spermatozoid, oder mehr derselben, da sie hier wie dort in grösserer Zahl eindringen können, in dem Protoplas der weiblichen Zelle auflösen.

Während wir für den zweiten und dritten Typus der Zellbildung klare Beispiele aus d Thierreiche haben, sind solche für den ersten Sachs'schen Typus, die Erneuerung oder V jüngung einer Zelle, wie sie sich z. B. bei der Bildung der Schwärmsporen bei Oedogon finden, bei animalen Organismen noch kaum aufgefunden. Bei der Verjüngung bleibt Material, soweit ersichtlich, dasselbe, es findet aber eine **neue Anordnung** dessel statt, was bei jeder Zellenbildung das entscheidende Moment ist. Die gelöste reife Ei z. B. der Wirbelthiere zeigt vor dem Beginn ihres Vermehrungsprocesses, und zwar auch vorausgegangene Befruchtung (Öllacher), eine derartige Erneuerung und Neuanordnung i Protoplasmas, indem sich das Keimbläschen in das Protoplasma auflöst. Vor der Furch bildet sich dann ein neuer Kern, diese Eizellen unterwerfen sich also zum Zweck der N bildung von Zellen zunächst einem **Verjüngungsprocess.** Bei der »ungeschlechtlic Zeugung« mag dieser Vorgang der Erneuerung für die Bildung eines neuen Organismus nügen. Bei der »geschlechtlichen Zeugung« kommt zu der Verjüngung der Eizelle noch Vorgang der Conjugation oder Copulation differenter Protoplasmakörper hinzu, wodurch schon durch die Verjüngung angeregte Entwickelungsfähigkeit der Eizelle nun eine für Bildung eines neuen Organismus ausreichende Intensität erlangt. Auch das unbefruch Ei macht die ersten Stadien der Entwickelung (Furchung) in regelmässiger Weise du woraus sich der hohe Werth der »Verjüngung« für die Entwickelung der Eizelle ergibt.

Umbildung der Zellformen.

Anfangs sind die aus der Furchung hervorgegangenen Zellen, dem Eie, welchen sie entstanden sind, fast vollkommen analog.

Sie stellen wie das Ei Bläschen dar mit einer zarten Membran mit feinkör gem Protoplasma und meist bläschenförmigem Kerne, in welchem sich ein o mehrere Kernkörperchen erkennen lassen. Der Hauptunterschied von dem besteht in ihrer mikroskopischen Kleinheit und in einem in den einzelnen Zel in verschiedenen Richtungen sich aussprechenden individuellen Leben, welc in ihnen nach Gestalt und Inhalt Veränderungen hervorruft, die später ihre A logie mit der Eizelle fast vollkommen verwischen können.

Schon in Beziehung auf ihre Grösse zeigen in der Folge die den ausgebilde thierischen und menschlichen Organismus zusammensetzenden Zellen mann fache Verschiedenheiten. Während viele junge Zellen, die Blutzellen etc., nur e

sse von 0,002—0,003‴ erreichen, zeigen andere wie die Cysten des Samens d die Ganglienkugeln eine Grösse von 0,02—0,04‴.

In den meisten Fällen, in denen sich eine Gruppe von Zellen zu einem complicirten Organismus vereinigt, verlieren sie ihre ursprüngliche, rundliche Gestalt d nehmen — in vielen Fällen genügt dazu schon der Druck, welchen sie gegenseitig auf einander durch die Aneinanderlagerung ausüben — mannigfach verschiedene Formen an, an welchen Veränderungen auch der Zelleninhalt in den verschiedensten Modificationen theilnehmen kann.

Neben den rundlichen Gestalten der Zelle zeigen sich ovale, cylindrische, gelförmige, stark in die Länge gestreckte mit fein zugespitzten Enden. Andere scheinen durch einen von allen Seiten gleichmässig auf sie ausgeübten Druck in seudokrystallinischen Formen meist als ziemlich regelmässige Sechsecke. Andere rlängern einen Theil ihrer Hüllmembran zu einem oder einer ganzen Anzahl n fadenartigen Wimperfortsätzen, welche, solange das Leben der Zelle beeht, eine fortwährende, schwingende Bewegung: Flimmerbewegung zeigen. igg. 11—15.). Andere sind von ganz unregelmässiger Gestalt.

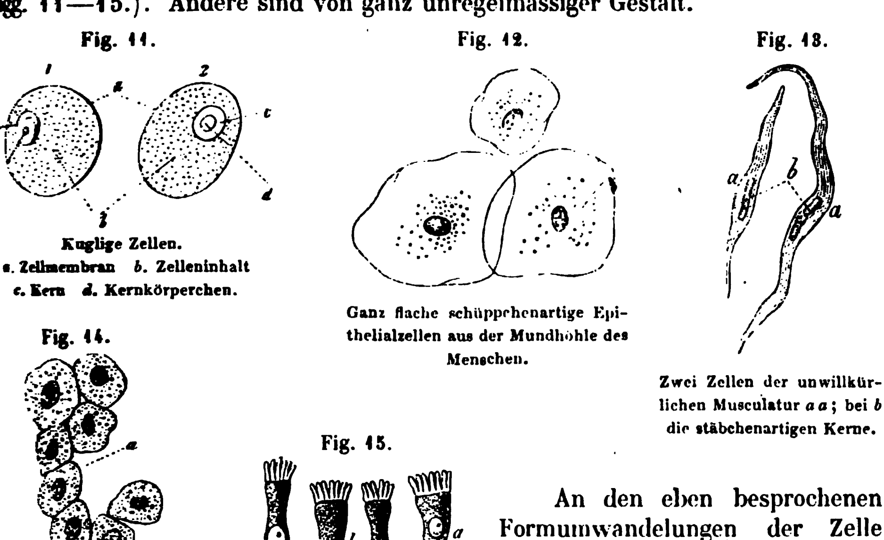


Fig. 11. Kuglige Zellen. a. Zellmembran b. Zelleninhalt c. Kern d. Kernkörperchen.

Fig. 12. Ganz flache schüppchenartige Epithelialzellen aus der Mundhöhle des Menschen.

Fig. 13. Zwei Zellen der unwillkürlichen Musculatur *a a*; bei *b* die stäbchenartigen Kerne.

Fig. 14. Leberzellen des Menschen. a. mit einem, b. mit zwei Kernen.

Fig. 15. Flimmerzellen des Säugethiere. *a*—*d* Zellenkörper mit den Flimmerhaaren.

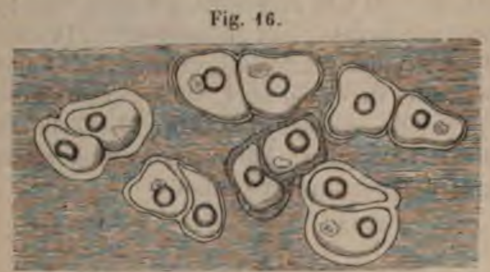
An den eben besprochenen Formumwandelungen der Zelle betheiligt sich auch der Kern in mannigfacher Weise. Er kann aus seiner rundlichen Form in die ovale und stabförmige übergehen, bei Insecten kommen sogar Verästelungen des Kernes vor. Manchmal findet sich eine Vermehrung es Zellenkernes, ohne dass sich die Zelle theilt, wie bei gewissen Zellen im nochenmark und in den quergestreiften Muskelfasern, im Gewebe des Nabelrangs (Fig. 17.). Auch das Kernkörperchen kann sich an der Umwandelung etheiligen. Es können Hohlräume in ihm auftreten, es kann eine längliche Gestalt erhalten.

Der Zelleninhalt, das Protoplasma, kann sich in Beziehung auf seine ormelemente ebenfalls sehr mannigfach umgestalten. Es zeigt sich mehr oder

weniger körnerreich, diese Körner haben sehr verschiedenes Aussehe
ferente Dignität; sie stehen manchmal vollkommen regelmässig angeordn
kommen in manchen Fällen selbst bestimmtere, regelmässigere Gestalt.
treten sogar vollkommen krystallinische Formen, wahre Krystalle au
bilden sich Bläschen in dem Zelleninhalte, so im Dotter der Vögel, di
chen in sehr vielen Zellen.

Eine andere Art der Umwandlung der Zelle besteht darin, dass ei
Protaplasmas an den Grenzen der eigentlichen Zelle sich eigenthümlich
so dass diese mit einem Hofe morphologisch mehr oder weniger un

Fig. 16.



Knorpelzellen aus der weisslichen Schicht der Cart. cricoidea, 350mal vergr. Vom Menschen.

Fig. 17.



Aus dem Nabelstrange eine Schafembryo, 350mal verg Stückchen mit fibrillärer Zw stanz und zusammenhänger spindelförmigen Bindesub 2. Von einem Theile, der n tige Zwischensubstanz und förmige Zellen enthält. Di beiden Fällen fast alle mit Kernen.

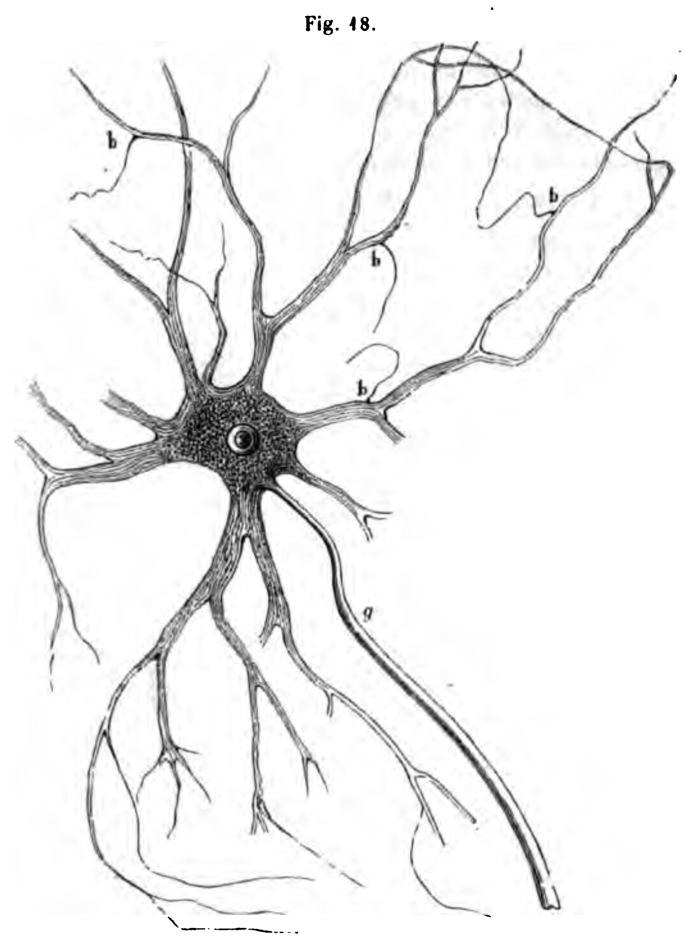
Masse sich umgibt. Die Quantität dieser Zwischenzellenmasse oder Intercellularsubstanz ist in verschiedenen Fällen sehr verschieden. Manchmal ist sie so gering, dass nur die Zellmembran, wo eine solche vorhanden ist, um etwas verdickt erscheint, oder es dient die ausgeschiedene Masse zur Verklebung der Zellen unter einander, als Kittsubstanz. In anderen Fällen können die Intercellularmassen so sehr zunehmen, dass die eigentlichen Zellen dadurch weit aus einander gerückt erscheinen (Fig. 16.) [1]).

Da alle intensiveren Bewegungen des Lebens nur in dem halbflüssigen Protoplasma der Zelle selbst vor sich gehen, so ist es selbstverständlich, dass die mehr oder weniger erhärtete Zwischenmaterie nur einen geringen Antheil an den organischen Vorgängen nehmen würde, wenn sie nicht in der Mehrzahl der Fälle nach einem neuen Principe näher in den Kreis der Stoffbewegung innerhalb der
eingezogen würde. Wir sehen meist die ganze Zwischenzellenmas

1) Nach M. Schultze und Beale ist die Intercellularsubstanz nicht, wie man angenommen, ein erhärteter Erguss zwischen die Zellen, sondern sie geht von A formt aus dem Protoplasma hervor. Nachdem die Grenzpartien der Zellen si haben, bleibt oft nur eine dünne Protoplasmaschicht mit dem Kern in der Zwis als eigentliche Zelle übrig.

en von einem Netze feiner Hohlräume, in welche die in die Intercellular-stanz eingelagerten Zellen nach den verschiedenen Seiten ihrer Oberfläche tsätze aussenden, welche oft nach vorausgegangener mannigfaltiger Veräste-g die umliegenden Nachbarzellen unter einander in Verbindung bringen. Ver-telst dieser »Saftcanäle« findet ein Verkehr zwischen dem Inhalte der verschie-en Zellen statt, und sie ermöglichen es vorzugsweise, dass jede Zelle den sie gebenden Hof von Intercellularmasse, ihr Zellenterritorium (Virchow), dem nöthigen Nahrungsmateriale versorgt und sein Leben, das an den nor-en Bestand seiner Zelle geknüpft ist, erhält. Wir sehen in der directen Com-ication der Zellen unter einander ein Aufgeben der geschlossenen lenindividualität. Manchmal sehen wir die Zellen nur durch wenige, t oder nur sparsam verästelte, kleinere Zweige in Verbindung stehen (Fig. 17.). inigen dagegen, z. B. den Nervenzellen, sehen wir die relative Masse der Zel-usläufer oder Zellenfortsätze, welchen freilich z. Th. noch eine andere Structur

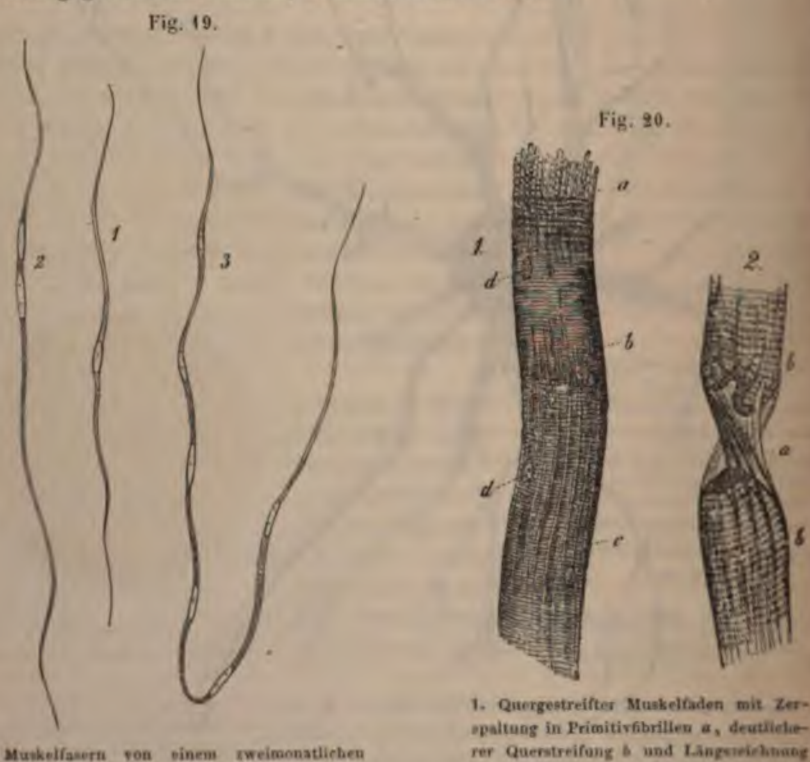
Fig. 18.



Centrale Nervenzelle (nach Deiters).
h Die aus der Zelle entspringende Nervenfaser, *b* Protoplasmafortsätze.

und Bedeutung zukommt als den oben erwähnten Zellverästelungen, die al auch verschiedene Zellen derselben Art unter einander verbinden, die Zelle bedeutend überwiegen, dass letztere nur als eine rundliche, kernhaltige An schwellung der Fortsätze erscheint (Fig. 18.).

Alle mit einander durch Ausläufer in Verbindung gesetzte Zellen üben selbst verständlich auf einander gegenseitig einen innigen Einfluss aus, wodurch, wie ge sagt, die Zellindividualität mehr weniger beeinträchtigt wird. So geht z. B. na den Beobachtungen Courvoisier's das Aufgeben der Einzelindividualität der Ze len bei Nervenzellen so weit, dass eine Trennung des Zellenzusammenhange welcher durch die Zellenausläufer — Commissurenfäden — hergestellt wir mit dem Absterben der abhängigen Zelle verbunden ist. In einem derartigen Ab hängigkeitsverhältniss stehen die Ganglienzellen des Sympathicus von den Ga glienzellen des Rückenmarks; diese letzteren sind das »Nutritionscentrum für die mit ihnen verbundenen sympathischen Zellen, sie leiten ihnen nicht n Erregungszustände zu, sondern beeinflussen direct die chemischen Vorgänge ihnen. Wenn sich diese Beobachtung bestätigt, so ist sie uns ein Fingerzeig, w weit über die Zellgrenzen hinaus die Zellenterritorien sich erstrecken können, wie weit entlegenen Puncten wir unter Umständen den Anstoss zu einer schein bar originellen Thätigkeit bei abhängigen Zellen zu suchen haben, den wir b selbständig gebliebenen Zellen, in ihnen selbst finden.



Muskelfasern von einem zweimonatlichen menschlichen Embryo. 1. 2. Vom Fuss mit 1 und 2 Kernen. 3. Vom Unterschenkel mit 6 Kernen. 350mal vergr.

1. Quergestreifter Muskelfaden mit Zerspaltung in Primitivfibrillen *a*, deutlicherer Querstreifung *b* und Längszeichnung bei *c*; *d* Kerne. 2. ein Muskelfaden *b*, bei *a* durchrissen mit stellenweise leer hervortretender Scheide.

Die Zellmetamorphose und das Aufgeben des Einzellebens der Zellen bleibt wahrscheinlich bei den bisher beschriebenen Umbildungen der Zellform nicht stehen. Die Veränderung kann soweit gehen, dass die Zellenkörper selbst, nicht nur ihre Fortsätze, unter einander verwachsen zu faserigen oder netzförmigen Zügen, dass die einzelnen Zellen ihre Individualität fast vollkommen zu Gunsten einer grösseren Gemeinschaft aufgeben, zur Erreichung weitergreifender Wirkungen als sie die einzelne Zelle in ihrer Isolirtheit hervorbringen könnte. So nahm man früher allgemein an, dass bei dem quergestreiften Muskelgewebe durch Aneinanderlegung in die Länge ausgezogener Zellen und Durchbrechen der Scheidewände an den Anlagerungsstellen (Fig. 19) cylindrische, langgestreckte Formen entstehen, in denen nur noch die an der früher geschlossenen Membran ansitzenden Kerne die ehemalige Abgeschlossenheit der Individuen zu erkennen geben (Fig. 20.). Neuerdings hat man diese Muskelfasern für sehr in die Länge gestreckte einfache Zellen erklärt, bei denen nur eine Vermehrung der Zellkerne eingetreten ist. Für die Bildung der kernhaltigen Hülle der Nervenfasern wird eine Verschmelzung von peripherischen Zellen mit dem aus der Ganglienzelle hervorwachsenden Axencylinder von KÖLLIKER für wahrscheinlich gehalten (cf. Herzmuskulatur).

Entstehung der Gewebe.

Das endliche Resultat der Zellenmetamorphose ist die Bildung der Gewebe, aus denen wir die einzelnen Organe des Körpers zusammengesetzt finden.

Die Gewebsbildung hat ihren ersten Anfang schon in den frühesten Entwickelungsstadien des Eies.

Wir haben den Zerfall des Dotters in eine grosse Anzahl kleiner, rundlicher Furchungskugeln kennen gelernt, die anfänglich einen maulbeerförmigen Körper darstellten. Die Weiterentwickelung des Eies schreitet nun, sobald das gefurchte Ei in den Uterus gelangt ist, in der Art fort, dass diese neuentstandenen Bausteine des späteren Embryo sich in wahre Zellen umwandeln und zur Bildung einer einschichtigen Blase sich zusammenschliessen. Die Dotteroberfläche gewinnt zuerst nach vollständiger Furchung wieder ein fast homogenes Ansehen, die Furchungszellen sind so klein und besitzen nur so zarte Contouren, dass sie kaum mehr in ihrer Trennung wahrgenommen werden können. Später verschwindet dieses homogene Ansehen wieder und die Dotteroberfläche zeigt eine Mosaik fünf- und sechseckiger, festverbundener, gegen einander abgeplatteter, ringsum an die Zona pellucida angedrückter, kernhaltiger Zellen (Fig. 21.) Die innere Höhle des Eies ist von Flüssigkeit erfüllt. Nicht alle aus dem Furchungsprocesse hervorgegangenen Zellen werden zur Bildung dieser Blase verwendet, welche später vorzüglich als Schutzorgan des Embryo zu dienen hat. An einer Stelle der neugebildeten Blase zeigt sich eine halbkugelig vorspringende Verdickung, welche aus einer Anhäufung von Furchungskugeln besteht, welche nicht zur Bildung der Blase verwendet wurden. Die aus den verschmolzenen Furchungszellen hervorgegangene Blase trägt den Namen: Keimblase, die Anhäufung der übriggebliebenen Furchungskugeln, die noch nicht in Zellen umgewandelt sind, stellt wohl die erste Anlage des

Fig. 21.

Kaninchenei aus dem Uterus, von circa 0,0011 Par. Zoll Grösse, das innerhalb der Zona pellucida die einschichtige Keimblase und im Innern derselben einen Rest nicht verbrauchbarer Furchungskugeln zeigt. Nach BISCHOFF.

Fruchthofes, der späteren Baustätte des Embryo dar. In der eben beschriebenen Beschaffenheit bleibt das Eichen zunächst und wächst nur rasch durch Vergrösserung der Keimblase, wodurch die Zona immer mehr und mehr zu einer ganz feinen Hülle verdünnt wird.

Hat das Ei eine bestimmte Grösse erreicht — das Kaninchenei $^3/_4$''' —, so beginnt eine Veränderung in ihm vorzugehen, welche schliesslich zur Ausbildung dre verschiedenen Gewebe des thierischen Organismus führt. Man bemerkt zunächst an der Keimblase einen rundlichen Fleck, der sich von der übrigen durchsichtigen Membran durch seine weissliche Farbe auszeichnet. Dieser Punct wird als Fruchthof, area germinativa, bezeichnet. Er ist der Ort, wo sich der Embryo im Verlaufe bildet. Nun spaltet sich die Keimblase von dem Fruchthof aus in zwei Schichten, zu denen später noch eine dritte hinzukommt, so dass man dann eine Scheidung in drei Keimblätter vor sich sieht. Das Kaninchenei erscheint, zu dieser Zeit frisch aus dem Uterus genommen, als ein rundes hyalines Bläschen, welches durch Zusatz von Wasser als ein Doppelbläschen sich ausweist, indem sich die verdünnte Zona von der Keimblase abhebt. An der Keimblase zeigt sich der Fruchthof schon für das blosse Auge als ein dunkelerer Punct sichtbar. Die mikroskopische Betrachtung zeigt die vorhin scharfen Contouren der einzelnen die Keimblase zusammensetzenden Zellen etwas verwischt. Von dem Fruchthofe aus schreitet die Trennung in zwei Blätter immer weiter über die ganze Keimblase fort, so dass diese endlich ganz aus zwei an einander liegenden Schichten besteht. Später bildet sich zwischen diesen beiden Keimblättern noch das dritte. Nach den Untersuchungen von Pander, Bär und Bischoff, dem wir vor Allen die Geschichte der ersten Entwickelung des Säugethiereies verdanken, werden diese Keimblätter das äussere als animales, das innere als vegetatives Blatt unterschieden. Das dritte, später auftretende Blatt wird als Gefässblatt bezeichnet. Aus dem animalen Blatte bildet sich in der Folge die Gewebe, welche die eigentlich thierischen Thätigkeiten, die Bewegung und Empfindung vermitteln; aus der vegetativen Schichte bilden sich vorzugsweise die Organe, welche den Functionen der Ernährung, Stoffaufnahme und Abgabe zu dienen haben, die Drüsengewebe. Aus dem Gefässblatte entstehen die Kreislaufsorgane (Fig. 22.).

Fig. 22.



Kaninchenei aus dem Uterus von $1^3/_4$'' Durchmesser, *a* Zona pellucida, *b*. Keimblase, *c*. Fruchthof, *d*. Stelle, wo die Keimblase schon doppelschichtig ist.

Das innerste, vegetative Blatt (= Darmdrüsenblatt) bildet eine ganz geschlossene einschichtige Bahn, das mittlere Keimblatt reicht nur so weit als der Fruchthof. Während das innere Blatt aus der innersten Zellenschicht der Keimblase und den untersten Zellen in der Gegend des Fruchthofes besteht, entsteht das mittlere Blatt aus der inneren Schichte der Keimblase. Das äussere Keimblatt wird aus der äusseren Zellenlage der Keimblase und des Fruchthofes gebildet, es besitzt von der Zeit des Auftretens des Fruchthofes an in dem Bereiche desselben eine Verdickung.

So sehen wir denn schon in der frühesten Anlage des Embryo eine indivi-

elle Entwickelung der Zellen eintreten, welche zu einer Gruppirung nach verschiedenen Hauptthätigkeitsrichtungen und zur Gewebsbildung führt. Es ist in neuerer Zeit an der Blätterbildung Manches anders gedeutet worden, zunächst von ...ak und Reichert. Ein eigenes Gefässblatt wird von diesen nicht angenommen. ...s obere Keimblatt wird als Hornblatt oder Sinnesblatt bezeichnet und ...n die Bildung des Centralnervensystems und aller Sinnesorgane mit der Oberhaut ...geschrieben; das mittlere führt den Namen mittleres oder motorisch-...rminatives Blatt, da aus ihm sich die Organe der willkürlichen und unwill...rlichen Bewegung, die Knochen und Muskeln, sowie die Organe der geschlecht...hen Fortpflanzung und einige Blutdrüsen entwickeln. Dem dritten innersten ...tte bleibt die Bildung der Drüsen und der Schleimhautüberzüge der inneren ...gane: es wird als Darmdrüsenblatt bezeichnet. Das Nähere wird in der ...lge beigebracht werden.

Es ist unmöglich, sich eine Anschauung von den Kräften zu bilden, welche ...e anfänglich in ihrer Form und in ihren Eigenschaften vollkommen gleichartig ...scheinenden Furchungszellen nun in diese Hauptgruppen spalten, welche sich ...wohl in Gestalt als in physiologischer Bedeutung in der weiteren Folge so gänz...h verschieden verhalten. Wodurch den Zellen ihre specifische Bewegungsrich...ng aufgedrückt wird, welche die eine zur Drüsenzelle, die andere zur Muskel...lle gestaltet, ist in vollkommenes Dunkel gehüllt; wir müssen uns mit der ...obachtung, dass diese Trennung in die früheste Entwickelungsperiode des Or...nismus fällt, begnügen.

Wir theilen nach den Gesichtspuncten, welche uns die Entwickelungsge...hichte liefert (Leydig), auch im fertiggebliebenen Organismus die Gewebe ein in ...e zwei Hauptgruppen vegetative und animale, von denen die letztere nach ...n beiden animalen Hauptfunctionen in Nerven- und Muskelgewebe zer...llt. Zu diesen drei Gewebsgruppen kommt noch eine vierte, welche dem ganzen ...rganismus seine Skeletstütze, den einzelnen Geweben das Verbindungsmate...ial liefert und danach mit dem Namen Gewebe der Bindesubstanzen be...legt wird.

Gewebe der Bindesubstanz.

Wenden wir zuerst unseren Blick etwas eingehender auf die Formverhält...isse der Gewebe der Bindesubstanz. Wir treffen hier auf eine grosse Man...nigfaltigkeit der Bildungen. Der thierische und menschliche Leib besteht zum ...grossen Theile aus den Geweben dieser Gruppe. Sie bilden die Grundlage aller ...Häute, das Gestell der Drüsen, und verleihen dem ganzen Körper Halt und Zu...sammenhang, indem sie unter einander in ununterbrochener, vollkommener Ver...bindung stehen. Trotz der Verschiedenheit in den physikalischen Eigenschaften, ...wie sie zwischen den zarten Hautgebilden und den starren Knochen besteht, ...zeigen die einzelnen Glieder dieser Gewebsgruppe doch eine unverkennbare ...Uebereinstimmung, die ihren gemeinsamen Ursprung, die Möglichkeit des Ueber...ganges des einen Gewebes in die Bildung eines der anderen dieser Gruppe, wie ...sie die Beobachtung lehrt, erklärlich macht. Sie sind alle aus Zellen zusammen...gesetzt, welche sich mit einer verschieden stark entwickelten Schicht von Intercel...lularsubstanz umgeben haben, wodurch ihre Protoplasmakörper mehr oder weniger

von einander gerückt sind. In den meisten Fällen — mit Ausnahme des Kn pelgewebes bei dem Menschen — treten die Zellen durch Ausläufer mit ander in Verbindung. Die communicirenden, mit Protoplasma und Flüssigk gefüllten Räume, welche dadurch entstehen, scheinen als Analoga der Blut- Lymphgefässe mehr nur zur Erleichterung des Transportes von Flüssigkeite dienen. Jede Zelle zieht aber den aus ihrem Protoplasma hervorgegang Theil der sie umlagernden Grundmasse als ihr Territorium in das Bereich Kräfte und versieht dasselbe mit ihren specifischen Lebenseigenschaften. sehen wir bei einem krankhaften Absterben einer solchen Bindegewebszelle p nur ihr Territorium von Intercellularsubstanz mit in den Mortificationsprocess eingezogen (VIRCHOW).

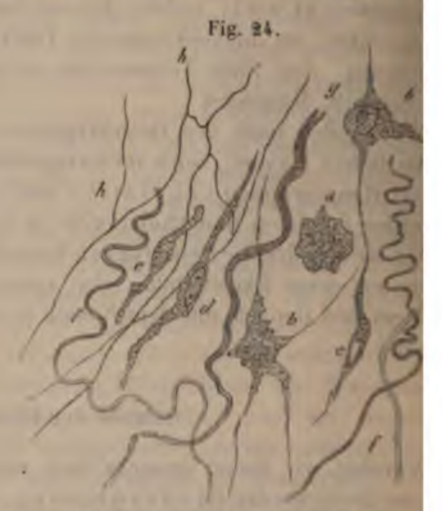
Die Formen der Bindegewebszellen zeigen eine grosse Mannigfalti Sie gehen von der einfach rundlichen unverästelten Form, wie sie sich im me lichen Knorpel zeigen (Fig. 16.), durch die Zwischenformen spitzauslaufender sternförmiger Zellen (Fig. 17), welche durch Ausläufer in Verbindung stehen in den weicheren Gebilden des Bindegewebes zwischen den Muskeln, in den nen und in der Hauptmasse der Haut, in die vielästigen, zackigen Formen welche das Leben innerhalb der Knochen und Hornhaut vermitteln (Fig. 23.

Fig. 23.



Knochenkörperchen (a, a) mit ihren zahlreichen Ausläufern, einmündend in den quer durchschnittenen HAVERS'schen Canal (b)

Fig. 24.



Ein Stückchen lebendes Bindegewebe des Frosches, den Oberschenkelmuskeln herausgeschnitten (mit Vergrösserung) a Kontrahirte blasse Zelle mit einer leren Klümpchen im Innern; b strahlig ausgestreckt gewebskörperchen; c ein solches mit bläschenförmi kleus; d und e bewegungslose grobkörnige Zellen; len; g Bündel des Bindegewebes; elastisches Fas

Es ist fraglich, ob diese Zellgestalten nicht zum Theil bei der Untersuchung entstehende Kunstproducte sind. Die Zellen werden von der Grundmasse meist fast ganz verdeckt und werden gewöhnlich erst nach Anwendung verdünnter Essigsäure sichtbar. Sehr zartes Bindegewebe vom Frosch (z. B. zwische Schenkelmuskeln) erlaubt eine Untersuchung des lebenden Gewebes. Zellen erscheinen dann hüllenlos meist aus sehr zartem Protoplasma mit un lichem Kern. Die Zellen senden zahlreiche Fortsätze aus, von welchen lange mit Ausläufern anderer Zellen in Verbindung treten, die Mehrzahl ist und gibt dem Umfang der Zelle ein sternförmiges, gezacktes Aussehen. A

Zellen sind schärfer begrenzt mit bläschenförmigem Kern, manche zeigen ges Protoplasma und wurstartige Form. Mit Ausnahme dieser letzten en diese Zellen eine träge Contractilität zeigen; sie ändern ihre Form, ufer treiben vor, verbinden sich mit denjenigen benachbarter Zellen und wieder (KÜHNE). In anderen Fällen scheinen die Ausläufer constante (Fig. 24.), die Zellen durch präformirte Hohlbahnen in der Zwischen- mit einander in Verbindung.

lich morphologisch verschieden wie die Zellen zeigt sich auch die llularsubstanz. Während sie bei den weichsten zur Bindegewebsgruppe zu rechnenden Gebilden dem gallertigen Bindegewebe (bei dem erwachsenen Menschen nur im Glaskörper des Auges) eine gallertige, schleimähnliche Beschaffenheit zeigt, die auf der Anwesenheit des Mucins oder eines verwandten Stoffes beruht, besitzt sie eine grosse Festigkeit und Elasticität bei den die Muskeln und Drüsen verbindenden Häuten, noch mehr bei den Sehnen und Sehnenhäuten. Die Zwischenmaterie zeigt in den letztgenannten Fällen ein specifisches Aussehen, es scheinen wellenförmig, lockig gekrümmte feine Fasern die Grundmasse zu bilden, wonach man diese Gewebe als lockiges Bindegewebe bezeichnet (Fig. 25.). Diese Intercellularmasse erfährt in einzelnen Partien gewöhnlich eine eigenthümliche Härtung und Verdichtung entweder bloss an den Grenzschichten oder auch wohl als Streifen mitten durch das Ganze, wodurch sie eine Veränderung ihres Lichtbrechungsvermögens erfährt. Auf diese Weise veränderte Zwischensubstanz trägt den Namen elastisches Gewebe, da es sich durch grosse Elasticität auszeichnet (Fig. 26.).

Fig. 25.

degewebe mit Fettzellen schen, 350mal vergr.

Fig. 26.



Elastisches Netz aus der Tunica media der Art. pulmonalis des Pferdes mit Löchern in den Fasern, 350mal vergr.

ht sich die Härtung blos auf die Grenzlagen, so entstehen dadurch die Glashäute, ir bei Besprechung des Drüsengewebes als »eigene Häute« der Drüsen, als Memropriae wieder begegnen werden. Verdichten sich nur netzförmige Züge in der nmaterie, so entstehen daraus die elastischen Spiralfasern, Fasernetze und Platten. itig geht auch eine chemische Umwandelung in der Grundsubstanz vor sich, welche ische Gewebe weit resistenter gegen chemische Einwirkungen macht als die Grundes lockigen Bindegewebes. Besteht der Inhalt der Bindegewebszellen aus Fett, so t das Gewebe den Namen Fettgewebe (Fig. 27); füllen sich die Zellen mit dunklem, n Pigment, so erhalten sie den Namen »verzweigte oder sternförmige Pigmentzellen.«

Der Uebergang des lockigen Bindegewebes in elastisches Gewebe zeigt uns,
Mittel sich die Natur zur Erreichung höherer Festigkeit des stützenden Bindegew
dient. Zur Herstellung des nicht nur sehr biegsamen und elastischen, sondern auc
hohen Grad von Festigkeit besitzenden Gewebes des **Knorpels** findet sich eine be
chemische Modification des Intercell
fes verwendet, welcher entweder b
aus den Zellen in grösserer oder ge
Mächtigkeit differenzirt ist oder eine
Verdichtung und Härtung wie bei der
des elastischen Gewebes erfährt. Doch v
die elastischen Fasern im Knorpel wenig
mässig als im lockigen Bindegewebe,
verfilzt und haben ein weniger glänzend
körniges Aussehen; in chemischer Be
verhalten sie sich dem elastischen
analog. Man unterscheidet je nach
schaffenheit und dem Aussehen der Gr
stanz den **hyalinen** oder ächten und
ben oder **Faserknorpel**. Der hyaline
zeigt gegenüber dem gelben ein milch
bläuliches, seltener ein gelbliches Auss
manchen Fällen befindet sich zwischen
Zellen nur sehr wenig Grundsubstanz.
artigem Knorpelgewebe finden sich le
Lebensvorgänge, sodass selbst ziemli
wachsende krankhafte Neubildungen aus
Knorpelmasse bestehen. In den Fällen,
chen die Grundsubstanz überwiegt,
organischen Vorgänge im Knorpel sic
sehr geringe. Die Zellen besitzen kei
läufer, die sie unter einander in Ver
setzen, es ist der Stoffverkehr dadurch
Zwischensubstanz auf ein Minimum h
drückt, wodurch besonders die Wach
und Neubildungs-Erscheinungen sehr
Hintergrund gedrängt werden. Knorpelwunden heilen nur sehr schwer und langsa
auch noch durch den Mangel an Blutgefässen erklärlich wird.

Fig. 27.



Unvollkommen mit Fett erfullte Zellen. 1 Solche aus dem Unterhautzellgewebe einer abgemagerten menschlichen Leiche, die fettige Inhaltsmasse verlierend; *a* mit einem grossen, *b* mit einem kleineren Fetttropfen; *c* und *d* mit sichtbarem Kerne; *e* eine Zelle mit getrennten Tröpfchen; *f* mit einem einzigen kleinen Tröpfchen; bei *g* fast fettfrei und bei *h* ohne Fett mit einem Tropfen eiweissartiger Substanz im Innern. 2 Zellen des Fettgewebes aus der Umgebung der Niere eines zehnzölligen Schafembryo, sich mit Fett mehr und mehr erfüllend; *a* und *b* isolirte Zellen noch ohne Fett; *c* ein Haufen derselben; *d*—*h* Zellen mit steigender Einlagerung der fettigen Inhaltsmasse.

Zur Bildung der eigentlich starren Gerüsttheile des menschlichen und thierisch
nismus ist ebenfalls das Bindegewebe verwendet, welches durch **Einlagerung** von
Bestandtheilen — kohlensaurer und phosphorsaurer Kalk — in die Zwischenzellenm
einem Baumaterial umgeschaffen wird, welches einen bedeutenden Grad von Festig
reicht. Die Intercellularsubstanz des **Knochens** hat die geschichtete Beschaffenheit
des gewöhnlichen Bindegewebes, die Lamellen sind in Folge der härteren und damit s
Contouren gebenden Materiales noch klarer und markirter als bei jenem. Alle Spe
Bindesubstanz können ossificiren; es entsteht wahre Knochenstructur bei den em
len Skeletanlagen sowohl aus dem lockigen Bindegewebe als aus dem Knorpel.
chen Fällen verkalken auch Theile der äusseren Haut, der Schleimhäute, der int
len Bindesubstanz zwischen Muskeln und Drüsen. Man spricht von einem Incrus
und einem wahren Verknöcherungsprocesse. Bei ersterem verbleiben die sich abse
Kalktheile selbständiger und stellen grössere Kalkkugeln und Kalkkrümeln dar, b
terem verschmelzen sie mit der Zwischensubstanz morphologisch zu einer Mas
Incrustation ist gewöhnlich das Vorläuferstadium der wahren Ossification und bl

ssen permanent. Bei der Ablagerung der Kalksalze in die Intercellularsubstanz wandeln sich die zelligen Theile in die specifischen Knochenzellen oder Knochenkörperchen um. Bei der Ossification des lockigen Bindegewebes gehen die verästelteten Bindegewebszellen oder Bindegewebskörperchen direct in die verästelten Knochenkörperchen über; bei der Verknöcherung des Hyalinknorpels beobachtet man, dass die Knorpelzellen während der Verkalkung sternförmig auswachsen und so ebenfalls zu verästelten Knochenkörperchen werden.

Fig. 28.



Retikuläre Bindesubstanz mit Lymphzellen aus dem PEYER'schen Follikel des erwachsenen Kaninchens. *a* Haargefässe; *b* Netzgerüste; *c* Lymphzellen (die meisten durch Auspinseln entfernt).

Die strahlenförmigen Ausläufer der Bindegewebszellen, welche die einzelnen Zellen unter einander in Verbindung setzen, bilden diese zu einem mehr weniger weitmaschigen Netzwerk um, in welchem die verschiedenen Zwischensubstanzen eingelagert sind. Eine ziemlich ausgedehnte Gewebsgruppe zeigt uns diese Maschenräume zwischen den Zellen nicht erfüllt mit einer mehr weniger gleichartigen Intercellularmasse, sondern mit einer Unzahl kleiner granulirter Zellen, welche mit den Elementen der Lymphe übereinstimmen. Man hat dieser verbreiteten Gewebsform verschiedene Namen beigelegt: cytogene Bindesubstanz (KÖLLIKER), adenoide Substanz (HIS), oder reticuläre Bindesubstanz (FREY). Diese Gewebsform bildet den Uebergang zu dem Drüsengewebe. Das bindegewebige Gerüste der Nervencentralorgane sowie der nervösen Theile der Sinnesorgane hat eine gewisse Aehnlichkeit mit dem reticulären Bindegewebe. Es findet seine nähere Beschreibung bei den betreffenden Organen, ebenso das Zahngewebe (Fig. 28.).

Die Bindesubstanz tritt überall ausschliesslich als Trägerin der Blut- und Lymphgefässe auf, ja die feinsten Lymphgefässe werden von jenen Netzen der Bindegewebskörperchen dargestellt. Nirgends existiren Capillargefässe als im Bereiche der Bindesubstanz; doch sind nicht alle Arten dieses Gewebes gleichmässig mit Gefässen durchsetzt, im Knorpel fehlen sie fast durchaus gänzlich. Bei niederen Thieren bewegt sich die Ernährungsflüssigkeit in Lacunen, aus Bindegewebe gebildet.

Die Entwickelungsgeschichte zeigt die Zusammengehörigkeit aller dieser so verschiedenartig erscheinenden Bildungen mit vollkommener Sicherheit. Die Bindesubstanzen entwickeln sich in dem frühesten Fötalleben aus dem mittleren Keimblatte und aus einer gleichartigen Anlage, die aus zarten, rundlichen Zellen mit bläschenförmigem Kerne besteht, welche gedrängt in einer spärlichen, eiweissartigen Intercellularmasse eingelagert sind (KÖLLIKER), oder aus »wandungslosen bis zur Verschmelzung genäherten Embryonalzellen (M. SCHULTZE), cf. Anmerkung zu S. 18. Bei den Formen der Bindesubstanz, bei welchen die Zellen in ihrer späteren Entwickelung sternförmige Gestalt annehmen, ist die beschriebene erste Erscheinungsform des Bindegewebes eine rasch vorübergehende. Bald sieht man

spindel- und sternförmige Zellen eingebettet in ansehnlichere Mengen von Zwischensu Von der gleichen Anlage aus bilden sich die Bindesubstanzen also in verschiedene aus. So entstehen mehrere zusammengehörige und gleichlaufende Gewebsreihen, Glieder sich in einander umbilden können.

Die vergleichende Anatomie lehrt uns, dass das Bindegewebe bei allen thieren in derselben Weise auftritt wie bei dem Menschen. (Bei den Vögeln verknöch Sehnen regelmässig.) Bei den wirbellosen Thieren behält es meist seinen embryona als einfache zellige Bindesubstanz (bei den Mollusken und Decapoden) o gallartige Bindesubstanz (Mollusken), selten wird es mehr faserig wie bei den lopoden, im Mantel der Muscheln, im Stiel der Lingulen und Cyrripedien, bei den Ec Das feste Bindegewebe des Leibesgerüstes wird bei den niederen Thieren entwede eine dem Knorpel sich annähernde Modification der einfachen, zelligen Bindesubsta durch eine aus Cellulose oder Chitin bestehende Substanz oder durch kalkige und Theile ersetzt. Das feste Gerüste wird bei den Fischen vorzüglich aus Knorpel, K knochen, osteoider Substanz und Zahnbein gebildet, bei allen höheren Wirbelthier ächter Knochen der Hauptmasse nach. Die allgemeine Körperhaut (Cutis) besteht verschiedensten Gestaltungen der einfachen Bindesubstanz und des Bindegewebes, men in ihr Knorpel-, Knochen-, ja selbst Zahnbildungen der mannigfachsten Art v Chitingebilde der Arthropoden sind Cuticularbildungen (Kölliker, Häckel).

Vegetative Gewebe.

Blut und Oberhautgewebe.

Als zweite Hauptgruppe der Gewebe haben wir diejenigen beze welche den vegetativen Vorgängen im menschlichen und Säugethier-Or mus vorstehen.

Unter diese Gruppe fallen die Zellen des Blutes und der Lymph Zellen, welche die freie Oberhaut des Körpers und seiner grösseren Hohl überziehen und die sogenannten Epithelien bilden und die Drüsenze welche die verschiedenen Drüsenräume auskleiden oder anfüllen und gew mit Epithelzellen continuirlich zusammenhängen.

Während in den vorhin besprochenen Geweben die Intercellularsubsta Hauptmasse bildete, behalten in dieser Gewebsgruppe die Zellen die Obe Meist ist der Intercellularstoff auf ein so geringes Mi beschränkt, dass er eben nur hinreicht, die einzelnen unter einander zu verkleben. Bei dem Blute un Lymphe bleibt er flüssig, sodass die Zellen frei i schwimmen (Fig. 29.).

Fig. 29.



Glattrandige scheibenförmige Blutkörperchen *a b c* und eine granulirte farblose Blutzelle *d*, deren Kern verdeckt ist.

Wie die Functionen der vegetativen Sphäre dem und der Pflanze gemeinsam zukommen, so ist auch Thierorganismus diesen Thätigkeiten als materielle dienende Gewebe dem Pflanzengewebe am ähnlichst staltet. Die Zellen lagern sich dicht an einander und sich auf das Mannigfachste ab. Dabei behauptet jed zelne Zelle fast vollkommen ihre individuelle Selbständigkeit, so dass man besprechende Gewebsgruppe als Gruppe der selbständig geblieb Zellen bezeichnen kann. Wenn wir von den Organen, welche aus diesen

-n zusammengesetzt sind, gemeinschaftliche Wirkungen hervorgebracht sehen, betheiligt sich doch jede einzelne der gewebebildenden Zellen in individueller -ise an dem schliesslichen Resultate. Jede einzelne Zelle ist eine abgeschlossene, -misch-physikalische Werkstätte, welche Stoffe aufnimmt, umwandelt, abgibt.

In dem thierischen und menschlichen Körper betheiligt sich nur ein verhält-mässig geringer Theil an den eigentlich vegetativen Processen, der grösste -il ist den animalen Functionen der Bewegung und Empfindung gewidmet. -ch die eigenthümliche, zweckmässige Anordnung der selbständigen Zellen zu -nannten Drüsen wird dieser scheinbare Mangel jedoch vollkommen ausge-len.

Die Anordnung der Zellen ist in dieser Gewebsgruppe primär eine flächen-te. Wir sehen alle freien Oberflächen des Körpers, innere und äussere, mit -n oder Häuten selbständiger Zellen tapezirt, die in dieser Aneinanderlagerung Namen Epithelien führen. Diese Epithelzellen sind von der mannigfaltig-Gestalt und Aneinanderlagerung. Entweder bleiben sie, wie in allen inneren -ungen, als Ueberzüge der sogenannten Schleimhäute weich und kernhaltig; sie haben wie an der Oberhaut der äusseren Körperbedeckung des Menschen -weise die Zellennatur fast ganz aufgegeben und sind zu trockenen Blättchen -rden, verhornt (Horngewebe); die aus solchen, in Alkalien wieder kugelig -uquellenden feinen Zellenblättchen bestehende obere Hautlage heisst Epider-(Fig. 30.). Je nachdem die Zellen in ein- oder mehrfacher Schicht das Epithel

Fig. 30.

Epidermis eines zweimonatlichen -schlichen Embryo noch weich wie Epithelium, 350mal vergr.

Fig. 31.



Flimmerepithelium von der Trachea des Menschen, 350mal vergr, *a.* äusserster Theil der elastischen Längsfasern. *b.* helle äusserste Lage der Mucosa, *c.* tiefste runde Zellen, *d.* mittlere längliche, *e.* äusserste Flimmern tragende.

-mmensetzen oder ihre Gestalt vom Rundlichen in's Polygonale oder Kegel-nige abändern oder in Flimmerhaare ausgewachsen sind, spricht man von -m einfachen Epithel, einem geschichteten Epithel, Platten-, -linder-, Flimmer-Epithel. Man darf nicht ausser Acht lassen, dass -chichtetes Epithel und Epidermis in verschiedenen Lagen sehr differente Zel-formen haben können (Fig. 31.). So zeigt die Oberhaut des Menschen zu oberst -e Hornblättchen, welche kaum mehr an Zellen erinnern, in tieferen Lagen -eht sie in der sogenannten »Schleimschicht« aus rundlichen oder polygo-en Zellen mit Kernen und anderen Zellen, deren Oberfläche überall mit Spitzen, -cheln und Leisten besetzt ist, welche zwischen analoge Vorsprünge der Nach-

barzellen eingreifen »wie zwei mit den Borsten in einander gepresste Bürste Man nennt sie **Stachel- und Riffzellen** (M. SCHULTZE).

Fig. 32.



Sogenannte Stachel- oder Riffzellen *a* aus den untern Schichten der Epidermis des Menschen; *b* eine Zelle aus einer Papillargeschwulst der menschlichen Zunge (letztere Kopie nach SCHULTZE).

Zu den Epidermisbildungen gehören: die Nägel und Ha sowie die Krystalllinse des Auges. Nägel und Haare geh zum Horngewebe.

Erwähnung verdienen auch die **Cuticularbildunge** geformte Ausscheidungen des Oberhautgewebes. Sie überz hen entweder die freie Wand der einzelnen Zellen und kön dann sowohl als dünne Säume oder wie bei dem **Schmelz** Zähne als 5—6eckige Prismen erscheinen, oder sie übern die freien Wände angrenzender Zellen im Zusammenhang einfaches oder geschichtetes Häutchen. Diese Häute sind die man vorzugsweise als **Cuticulae** bezeichnet. Hier rechnet man wohl die **Basalmembranen** (Basement me branes), auf denen die Epithelzellen meist aufsitzen. Bei Gliederthieren kommen dicke, geschichtete, faserige, entwe weiche oder hornartige auch verkalkte Cuticulae vor, die z Theil aus Stoffen (Chitin) bestehen, die sonst nirgends ge den werden.

Zur **Entwickelungsgeschichte**. — **Epithelien** **Epidermis** gehen ihrer Hauptmasse nach aus den beiden grenzenden Keimblättern, dem **oberen** und **unteren**, vor. Der epitheliale Ueberzug der serösen Körperhöhlen dem der Schleimbeutel und der Sehnenscheiden, sowie die tima der Gefässe scheinen sich mit den Organen, die sie kleiden, aus dem mittleren Keimblatt zu entwickeln. Sie zeigen manches Eigenthümliche Bau und physiologischen Verhalten, weshalb man in neuester Zeit diese: **Binnenepithelien** auch als **unächte** oder **Endothelien** (ZEISS) bezeichnet. — Das obere Keim **Hornblatt**, liefert die Epidermis mit Nägeln, Haaren, Krystalllinsen mit den Hautdrüs und Milch- und Thränendrüsen, welche also zu den Epidermisbildungen zu rechnen sin wie der epitheliale Ueberzug der Höhlen des Centralnervensystems und das Pigment-Epith der Chorioidea. Das **Darmdrüsenblatt** oder untere Keimblatt liefert die **Epitheli** des Verdauungsapparates, sowie die zelligen Theile aller dazu gehörigen Drüsen auch Lunge, Leber, Niere. Während die Epidermis meist rundliche oder platte Zellenform zeigt, zeigt das Epithel vorwiegend Cylinderzellen, zum Theil bewimperte. Die Epiderm lässt schon bei dem Embryo von 5 Wochen zwei Zellenschichten erkennen als An der Schleim- und Hornschichte (KÖLLIKER).

Zur **vergleichenden Anatomie**. — Abgesehen von den **Cuticularbildungen** zeigt sich das Oberhautgewebe bei den Thieren von ziemlich analoger Bildung. Das **Horng webe** erscheint bei den Thieren verbreiteter und eigenthümlich geformt, und zwar bethe ligen sich Epidermis und Epithelien an seiner Erzeugung. Als Gebilde der Epidermis **äusseren** Haut sind zu nennen: Krallen, Klauen, Hüfe, Hörner, Stacheln, Platten, Schild Borsten, Federn etc., als **Epithelialgebilde** von Schleimhäuten erscheinen die bei v schiedenen Thieren vorkommenden Hornscheiden der Kiefer, Hornzähne, die Wallfischbar ten, die Zungenstacheln und Platten bei Vögeln, Säugern und Amphibien, die Stacheln Speiseröhre bei Schildkröten etc. (KÖLLIKER). Ueber Blut cf. unten in der speciellen Physiolog

Drüsengewebe.

Fast bei allen Häuten, welche einen Epithelialüberzug besitzen, zeigt si eine analoge Methode der Flächenvermehrung realisirt. Es finden sich nämlich

sen Häuten als Gerüst dienenden Bindegewebe eine grosse Anzahl von
d Ausstülpungen, von Höhlen-, Buchten- und Zottenbildungen, welche
Epithelzellen überkleidet werden. Diese mit Zellen austapezirten Ein-
gen und Höhlen der mit Epithel bekleideten Häute sind das, was man in
tomie vorzugsweise als Drüsen bezeichnet. Ihre Hauptgrundform lässt
die Handschuhfingerform zurückführen; von der Fläche auf dem Durch-
gesehen besitzen sie eine langgestreckte U-förmige Gestalt. Der innere
g des Nahrungsschlauches, die Schleimhaut des Magens und der Gedärme,
ebaut, als hätte man in die aus plastischer Masse bestehende Haut dicht
inander mit einem unten abgerundeten Cylinder Vertiefungen eingedrückt,
helzellen folgen allen diesen Eindrücken, und es entstehen so die einfach
förmigen Magen- und Darmdrüsen. Manche Schlauchdrüsen rollen
den zu einem Knäuel zusammen, der dann einen einfachen Ausführungs-
gt, wie die Schweissdrüsen der Haut (Fig. 32. 33.). An anderen Drü-
uchen zeigt sich die Höhlung selbst noch vielfach ausgebuchtet, gleichsam
t, so dass nach mannichfachen Uebergängen daraus traubenförmige
wie in den Schleimhäuten der Mund- und Respirationshöhle etc., oder
geschlossene, mit einem Epithel ausgekleidete Blasen
wie bei der Thyreoidea entstehen (Fig. 34.). Dieselben Bildungen, welche wir bisher im Kleinen besprochen haben, können auch eine bedeutende Grösse annehmen. Sie besitzen dann meist ebenfalls entweder einen schlauchförmigen oder einen traubenförmigen Bau, sie werden, im Ge-

g. 33.

schlauchförmige
er Magenschleim-
om Menschen.

Fig. 34.

Eine Knäueldrüse aus der Conjunctiva des Kalbes.

Fig. 35.

Eine BRUNNER'sche Drüse des Menschen.

ze zu den bisher abgehandelten einfachen, zusammengesetzte Drü-
nannt. Als Beispiele einer zusammengesetzten traubenförmigen Drüse können
eicheldrüsen dienen, für eine zusammengesetzte schlauchförmige die Nie-
Diese grösseren Drüsen sind mit einer bindegewebigen Kapsel umschlossen,

welche ihre Fortsätze als Scheidewände und Stützen in das Innere herein In diese Bindegewebshöhlen und Gerüste sind die Drüsenschläuche gleichsa gekittet. Wo die Drüsenzellen dem Bindegewebsgerüste ansitzen, findet Intercellularsubstanz zu jenen schon oben besprochenen, glasartigen Grenz verdichtet, welche mit der Grundsubstanz des übrigen Bindegewebes zusa hängen. Diese elastischen Grenzschichten sind meist das, was man die Häute, die Membranae propriae der Drüsen nennt. Man unte det demnach an einer Drüse den von der Membrana propria gebildete senschlauch und das denselben auskleidende Drüsenepithel. Die Drüse welche, wie oben gezeigt, von den Epithelzellen nicht wesentlich vers sind, besitzen die ganze Mannigfaltigkeit der Gestaltungen, welche uns be begegnete. Bei den Lungenbläschen ist das Epithel nur spärlich auf de brana propria, bei anderen Drüsen (Leber) ist die Membrana propria verkü die Drüsenschläuche ganz mit Zellen erfüllt.

Zur Entwickelungsgeschichte. — Bei den Epithelial- und Epidermish wurde schon erwähnt, dass die Drüsen sowohl aus dem oberen als aus dem untere blatte gebildet werden. Ihre Entstehungsweise zeigt viele Analogieen. Die aus den (Hornblatt) sich entwickelnden Drüsen (cf. vorstehenden §) zeigen sich zuerst a Wucherungen von Zellen, welche von der Schleimschichte der Oberhaut ausgehen tieferen Lagen der Cutis hereinwuchern. Anfänglich sind diese Zellenwucherungen zuerst flaschen- oder warzenförmig sind, weder von einer Membrana propria umkleid besitzen sie Höhlungen. Erstere bildet sich als Cuticularbildung von den Grenzz Haufens aus, die Höhlung entsteht meist durch Auflösung der mittleren Zellenschich umgebende Partie der Cutis wird zur bindegewebigen Umhüllungsmasse der Drü dem Hornblatte bilden sich so in analoger Weise: Schweiss-, Talg-, Milch- und Thrä sen, Meibom'sche Drüsen (Fig. 35.). Alle Anhänge der E entstehen in analoger Weise zuerst als solide Wucheru Hornblattes, zu denen sich dann nachträglich noch Umh vom mittleren Keimblatt, von dem die Cutis stammt, Während sich bei den Drüsen die Epidermiszellen in Drü umwandeln, werden sie bei den solid bleibenden Epide sätzen oder Horngebilden, Haaren, Nägeln, zu den spe Schüppchen. Ein Haar und Nagel sind also sozusagen Hautsecrete, die sich mit den flüssigen in gewissem Si gleichen lassen. Eine Anzahl der von dem unteren blatt (Darmdrüsenblatt) sich bildenden Drüsen ents analoge Weise aus soliden Zellenanlagen, die sich in terliegenden Gebilde einsenken, z. B. die Brunner'sc übrigen traubigen Schleimdrüsen, Speicheldrüsen. An ginnen als hohle Einstülpungen, deren Zellenauskleidun Drüsenläppchen auswuchert: Pancreas, Lunge etc.

Fig. 35.



Die Schweissdrüse eines Fötus von 5 Monaten. *a. b* Die oberflächlichen und tieferen Schichten der Oberhaut. Letztere bilden in zapfenartiger Wucherung die Drüsenanlage *d*.

Zur vergleichenden Anatomie. — Fast all im ganzen Thierreiche lassen sich unter die oben gegeb theilung bringen. Bei Arthropoden und Würmern komm zellige Drüsen vor; eine von der Drüsenzelle geliefer brana propria umschliesst in ihrem erweiterten, blind die einzige Secretionszelle und setzt sich in eine Ausführungsgang fort. Oder es werden eine Anzahl solcher Drüsen von einer M propria umgeben, deren Intima aus Chitin bestehen kann und sich so deutlich als C bildung documentirt. Manche Drüsenzellen von Insecten erreichen eine Grösse v

rne zeigen Verästelungen und Kölliker sah Luftröhren (Tracheen) in das Innere ein-solcher Zellen eindringen, wodurch ein Uebergang zu höheren Gewebselementen an-et ist. Bei Lepidosien fand K. einzellige, flaschenförmige Schleimdrüsen der ntsprechend den Schleimzellen in der Haut der Fische.

Animale Gewebe.

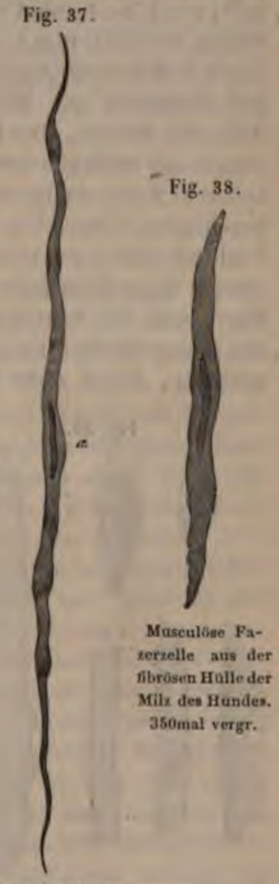
Muskeln.

Grundlagen der animalen Thätigkeiten, der Empfindung und Bewe-nd das Nerven- und Muskelgewebe.

s Muskelgewebe besteht aus zwei Gruppen von Formelementen, deren are Verschiedenheiten sich auf einen Grundtypus zurückführen lassen. Die he, embryonale Muskelzelle, die schon Contraction zeigt, wächst mehr oder r in die Länge, wobei der Kern auch die Längsform at. Dabei bleibt entweder die Zelle einker-der sie entwickelt mehrere Kerne, so dass urch die Dignität einer Zellenreihe erhält. Die igen Muskelzellen bleiben meist kurz und da-e Wirkung auf kleine Räume beschränkt, doch sie wie z. B. im schwangeren Uterus auch edeutende Grösse erlangen. Die mehrkernigen fasern erreichen bei dem Menschen stets eine edeutende Länge, was ihren mächtigeren Wir-entspricht (Fig. 37. u. 38.).

ur ein Theil der Bewegungen des mensch-Organismus bedarf zu ihrem Zustandekom-len Anstoss eines Willensactes. Die Bewe-zum Nutzen des Verdauungsgeschäftes und utcirculation, die Auspressung der Drüsense-us dem Innern der Drüseneinbuchtungen sind kürliche Bewegungen. Sie werden von den llkürlichen oder organischen Muskeln tet, welche eine Zusammanhäufung von einker-durch eine mikroskopisch nicht direct sichtbare enmaterie vereinigten Muskelzellen sind. Das dieser Zellen hat die Eigenschaft der Contrac-t in hohem Masse, d. h. es ist im Stande sich ize, die ihm in normalen Fällen vom Nerven-e vermittelt werden, zusammen zu ziehen, sei-ngsdurchmesser zu Gunsten des Querdurchmes-verkleinern. Die Zellenhülle, die übrigens an dieser Muskelzellen nicht nachzuweisen ist, nimmt nur einen passiven Antheil vermöge ihrer Ela-. Der Zellkern ist meist stäbchenförmig, nd liegt central in der spindelförmigen Zelle. r ist die Form der Zelle mehr kurz, breit, sie ist

Fig. 37.



Musculöse Faserzelle aus dem Dünndarm des Menschen. a stäbchenförmiger Kern.

Fig. 38.

Musculöse Faserzelle aus der fibrösen Hülle der Milz des Hundes. 350mal vergr.

entweder walzenförmig oder abgeplattet. Im Mittel sind sie 0,02—0,0 und 0,002—0,003''' breit. In dem Protoplasma der unwillkürlichen M zellen finden sich Körnchen, welche sich optischen Hülfsmitteln gegenübe schieden von der anderen Inhaltsmasse verhalten: sie brechen das Lich pelt. Diese doppeltbrechenden Körperchen oder Disdiakl zeigen nur selten eine regelmässigere Anordnung, wodurch der Muskelzelle eine zarte Längsstreifung erhält; in der überwiegenden Mehrzahl der Fäll sie ganz unregelmässig gestellt, so dass der Inhalt ein fast homogenes, Aussehen besitzt. Man nennt danach die unwillkürlichen Muskeln auch g Muskeln.

Um willkürliche, rasche Kraftäusserungen hervorzubringen, hat die jene oben erwähnten, mehrkernigen, langgestreckten Zellen benützt. Eine Grenze zwischen den beiden Muskelarten kann nach den neueren Erfahrunge mehr gezogen werden. Die willkürlichen Muskelfasern oder Muske mitivcylinder sind von einer structurlosen Membran umschlossen, sie tr Namen Sarkolemma oder Myolemma. An der Innenfläche des Sarkolem gen in bedeutender Anzahl rundliche oder verlängerte Zellenkerne in regel gen Abständen an. Meist haben diese Zellen die Form von langgestreckten deln oder Walzen. Der Inhalt des Sarkolemmschlauches, das umgewandelte plasma der willkürlichen Muskelzellen, hat die Fähigkeit der Contractilität i höherem Masse als das der unwillkürlichen. Die auch hier vorkommenden d brechenden Körperchen besitzen eine sehr regelmässige Anordnung in Quer wodurch eine regelmässige Querstreifung des Muskelinhaltes entsteht. Man danach die willkürlichen Muskeln auch quergestreifte. Das Herz der S thiere und des Menschen, obwohl ein unwillkürlicher Muskel, besteht eb aus quergestreiften Fasern. — Die Primitivmuskelcylinder lagern bündelw einander, durch zarte bindegewebige Membranen, Perimysium umsc und zusammengehalten zu primitiven Mu bündeln. Diese sind wieder zu mehrer Bindegewebe umkapselt und stellen so di kroskopischen Muskelbündel dar, aus welch die willkürlichen Muskel zusammengesetzt sen. Die quergestreiften Muskeln zeigen hie z. B. im Herzen Verästelungen und Anastom

Fig. 39.



Entwicklungsstufen der Bildungszellen des quergestreiften Muskelfadens vom Frosch nach Remak.

Zur Entwickelungsgeschichte. — Die Mu entsteht aus dem mittleren Keimblatte. Die g Muskelfasern entstehen durch Umwandlung k Bildungszellen mit kugeligem Kern. Auch die q streifte Muskelfaser ist nichts Anderes als kolossaler Länge ausgewachsene Spindelzelle, ebenfalls aus einer kugeligen Bildungszelle entwick Die Entwickelung derselben ist bei dem Menschen übrigen Wirbelthieren analog. Die Bildungszel Froschembryo mit ihrem körnchenreichen Prot wachsen mit Kerntheilung, die sich mehrfach wie Die Kerne lagern sich in der Längenrichtung der förmig auswachsenden Zelle unter einander. An St körnigen Protoplasmas tritt in der Folge die normale Querstreifung auf (Frey). (Fig. 39.)

vergleichenden Anatomie. — Beim Menschen kommen glatte Muskelfa- gends zu grösseren Muskeln vereinigt vor. Sie bilden vor allem die Muskelhäute der d Röhrengebilde des menschlichen Körpers: des Darms, der Harnorgane, der Blut- der Respirations- und Geschlechtsorgane. Im Auge sind die Fasern der Pupillar- glatt. Auch im Innern vieler Organe kommen mehr oder weniger zahlreiche glatte or: in der Milz, in den Darmzotten, an den Haarbälgen der Haut, an den Schweiss- enschmalzdrüsen. Die Tunica dartos des Hodensacks, Warzenhof und Brustwarze n ihre Contractilität diesen Muskelzellen.

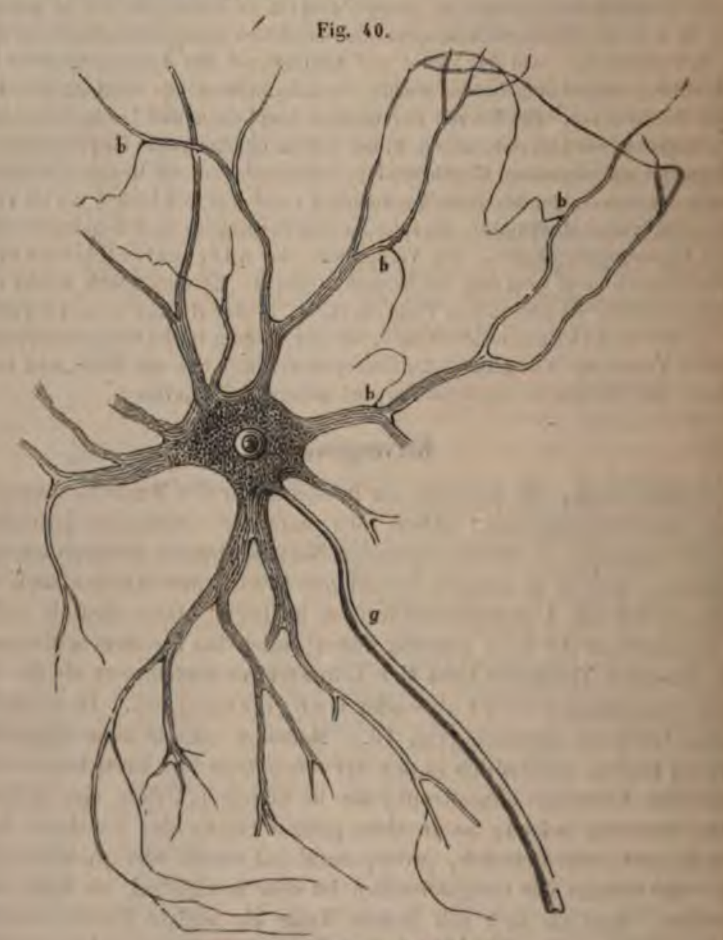
en Säugethieren kommen die glatten Muskeln an einigen Stellen in grosser Anhäu- , so z. B. als Mastdarmruthenmuskeln, sie stehen häufig mit Sehnen aus elastischem n Verbindung, wie das zuerst von KÖLLIKER an den Trachealmuskeln und Haut- skeln der Vögel aufgefunden wurde. Auch beim Menschen kommen derartige Sehnen n Muskeln vor. Die Herzen der nackten Amphibien und Fische haben glatte Mus- während die Lymphherzen z. B. der Fische quergestreifte Fasern zeigen. Bei den sen (Scheibenquallen, Cephalopoden, Cephalophoren, im Herzen der Gasteropoden) ch die einkernigen Muskelzellen ziemlich verbreitet und bilden, wo sie vorkommen, willkürliche Muskulatur. Oft zeigt ihr Bau Uebergänge zu den quergestreiften Fasern e Eigenthümlichkeiten. Das Vorkommen der quergestreiften Fasern ist bei belthieren nicht ganz dem bei Menschen gleich. Es finden sich solche im Magen tis fossilis, im Darm von Tinia chrysitis, in den Hautmuskeln vieler Wirbel- n den Spürhaaren der Säuger, an der unteren Hohlvena von Phoca, an den len Venen der Flughaut der Chiropteren, im Auge der Vögel und beschuppten en. Die Herzen der Gliederthiere sind quergestreift (LEYDIG).

Nervengewebe.

Empfindung, die Antriebe zu Bewegungen des Muskelsystemes, die so- n Seelenthätigkeiten, haben ihre materielle Grundlage im Gehirne und ark und den zu diesen centralen Nervengebilden gehörenden peripheri- rven, welche in grosser Anzahl aus Gehirn und Rückenmark ausgehen. n bisher alle Lebenserscheinungen in ihrem letzten Grunde auf den pri- rganismus der Zelle zurückgeführt; auch für die Hervorbringung dieser animalen Thätigkeit lässt sich kein anderes Instrument als die Zelle auf- e sogenannten Nerven- oder Ganglienzellen. Diese haben meist s, farbloses Ansehen (Fig. 40.) Manchen scheint eine eigentliche Zell- zu fehlen, namentlich in den Nervencentren. In ihren homogenen Inhalt eiche Körnchen eingestreut, die in manchen Fällen eine gelbliche oder e Färbung zeigen, so in dem gelben Flecke der Netzhaut des Auges. ist stets sehr deutlich, gross, rund mit einem oder mehreren Kernkör- Die Grösse der Ganglienzellen ist sehr wechselnd, sie kann so bedeu- den, dass sie sich mit freiem Auge als weisse Puncte unterscheiden on 0,003 — 0,04'''. Das, was sie vorzüglich vor anderen Zellenformen et, ist das massige Ueberwiegen der Zellenfortsätze über die Zelle selbst. chiedenen Seiten und in verschiedener Anzahl gehen diese von der Zelle chen z. Th. eine enorme Länge und treten, gleichsam selbständig gewor- rosser Anzahl durch Bindegewebe zu einem Nervenstamme vereinigt aus ralen Nervenmassen, dem Gehirn und Rückenmark hervor. Jeder der den, welche sich zu einem Nerven vereinigt finden, steht mit einer Ner- in Verbindung, von welcher die Bewegungserscheinungen in ihm aus-

Gehirn und Rückenmark selbst bestehen in ihren mikroskopischen Eler aus einer Zusammenhäufung solcher Zellen und ihrer Fortsätze, eingebett zusammengehalten durch ein Gebilde aus der Gewebsgruppe der Bindesul Die Vermittelung des Bewegungsantriebes und der Empfindung zwischen und Rückenmark geschieht durch Verbindungsfäden der Nervenzellen unte welche aus den einzelnen Zellen eine feingegliederte Kette der Nervenbah dem Centrum der Seelenthätigkeit herstellen.

Fig. 40.



Centrale Nervenzelle (nach Deiters).

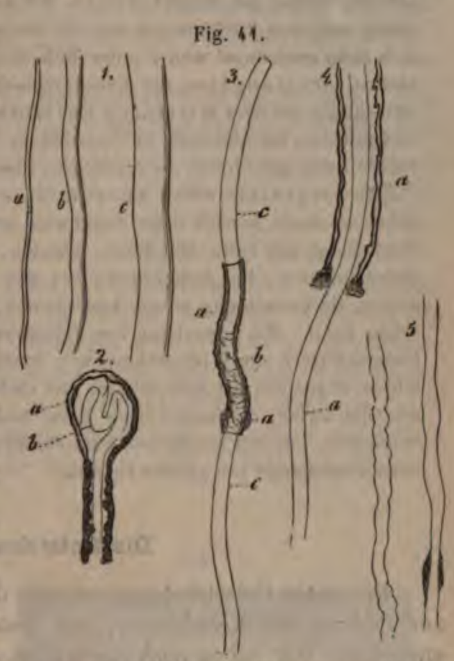
Die Ganglienzellen besitzen eine verschiedene Anzahl von Ausläufern man bezeichnet sie nach der Zahl derselben als unipolare, bipolare oder polare Zellen, danach schwankt auch ihre Form, sie können rund, birnf spindel- und sternförmig sein.

Ein Theil der Ausläufer der centralen Nervenzellen verästelt sich schliessl ganz feinen Fasern, andere, bei den Nervenzellen des Gehirns meist ein Aus von jeder Zelle, zeigen sich nach kurzem Verlauf als wahre Nervenfasern: Axen

ıtz (Deiters). Diese besitzen eine deutliche Membran, welche einen, wie es zähflüssigen Inhalt einschliesst, der bei den sogenannten dunkelrandisern eine Zusammensetzung aus zwei verschiedenen Substanzen zeigt litte der Faser liegt ein weniger der Strang, der sogenannte Achlinder, umgeben von einer stark ich glänzenden Masse, die soge- Markscheide. Bei manchen zeigt sich diese Markscheide, bei dem Tode des Nerven zu imlich-zackig-bröckeligen Forrinnt, nicht. Diesen Fasern fehlt nzende Aussehen der markhalti- damit die dunkele Contour, sie danach als blasse Nervenfaeschrieben, ihr Inhalt scheint nur m Achsencylinder zu bestehen .). Sie kommen in den Nervenreitungen und im Sympathicus . a. O.

s Verhalten der Nervenfibrillen an eripherischen Enden findet an an- rten seine Besprechung.

ich ausserhalb des Gehirnes und markes in den sogenannten Gannden sich Nervenzellen, Ganglilen, eingelagert, welche besonders willkürlichen Bewegungen vorzuhaben (cf. Sympathicus).



Nervenfasern bei 350maliger Vergrösserung. 1. Vom Hunde und Kaninchen im natürlichen Zustande, a. feine, b. mitteldicke, c. grobe Faser aus peripherischen Nerven. 2. Vom Frosche mit Serumzusatz, a durch Druck herausgepresster Tropfen, b. Axencylinder in demselben in die Röhre sich fortsetzend. 3. Vom Rückenmark des Menschen frisch mit Serum, a. Hülle, b. Markscheide doppelrandig, c. Axencylinder. 4. Doppelrandige Faser des Ventriculus IV. des Menschen; der Axencylinder a hervorstehend und in der Faser sichtbar. 5. Zwei isolirte Axencylinder aus dem Marke, der eine mit wellenförmigen Begrenzungen, der andere mit leichten Anschwellungen und etwas anhängendem Marke.

ır Entwickelungsgeschichte. — und Rückenmark entstehen aus dem streifen des obersten Keimblattes, er der Axenlage des Embryo entspricht. ractus olfactorius mit dem Riechkolben, ehnerve mit der primitiven Augenblase irekte Produktion des centralen Nervenns, eigentliche Gehirnorgane. Ueber die hung der peripherischen Nervenfasern und ihren Zusammenhang mit den Nervenzellen ie Untersuchungsacten noch nicht geschlossen. Nach der gewöhnlichen Annahme sollen nglienzellen aus gewöhnlichen Bildungszellen entstehen, welche Fortsätze hervoren lassen, mit denen sie mit benachbarten Zellen in Verbindung treten und die z. Thl. rvenfasern sich gestalten. Die neueren Beobachtungen scheinen wenigstens für den ylinder die Annahme zu rechtfertigen, dass er direkt aus der Ganglienzelle hervor- die Gewebe, die er versorgen soll, hineinwuchert. Seitdem man die bedeutende Länge ergestreiften Muskelfasern, die einer Zelle entsprechen, kennt, kann aus der Länge rvenfasern kein Einwurf gegen ihre Gehörigkeit zu einer Zelle mehr erhoben werden. loger Weise, wie man sich nach Schwann früher die Entstehung der Muskelfasern aus Reihe unter einander verschmelzender Zellen entstanden dachte, so dachte man sich die Nervenfasern aus verschmolzenen Spindelzellen hervorgehen, mit denen sich die

Ausläufer der Nervenzellen nachträglich erst in Verbindung setzen sollten. Für die B der kerntragenden äusseren Nervenhülle hält Kölliker vorläufig noch an dieser Ansich die für den nervösen Theil der Faser für unhaltbar erklärt wird. Die motorischen nerven, sowie die motorischen Wurzeln der Rückenmarksnerven scheinen (na direkt aus dem Rückenmark und der Medulla oblongata hervorzuwuchern und entw sich dann centrifugal weiter unter Mitbetheiligung von Elementartheilen des mittleren blattes. Die Ganglien der Cerebrospinalnerven sowie des Sympathicus entwickel selbständig aus dem mittleren Keimblatt und setzen sich erst in der Folge mit ein und mit dem Rückenmark in Verbindung. Die embryonalen Fasern sind sehr viel d als die fertig gebildeten, sie erscheinen blass wie die marklosen Fasern.

Zur vergleichenden Anatomie. — Die Ganglienzellen der Wirbelthiere und de schen wechseln je nach ihren Standorten sehr bedeutend in der Grösse. Dasselbe ist b Wirbellosen der Fall. Muscheln, Insecten, Spinnen haben im Allgemeinen kleine und Ganglienzellen. Bei dem Flusskrebs, den Blutegeln und Schnecken beobachtet man grosse, sie können eine solche Ausdehnung erlangen, dass man sie mit freiem Auge be sehen kann. Mit Ausnahme von Petromyzon und den Leptocephaliden haben nebe blassen Fasern alle Wirbelthiere auch dunkelrandige, markhaltige, die den Wirbellosen fehlen, deren Nerven Aehnlichkeit mit embryonalen Nerven besitzen, oder mit den des Olfactorius, die immer blass (grau) sind. Bei den Arthropoden kommen »colossal venfasern« vor, mit einem centralen Faserbündel, beim Krebs fand Leydig zu diesen al liche Uebergänge von grauen Fasern.

Die Entstehung der Organe.

Die ersten Entwickelungsvorgänge der Eizelle führen, wie wir gesehen h zur Bildung der Keimblätter, aus denen die functionell verschiedenen Ge entstehen. Wir haben noch einen Blick zu werfen auf die Vorgänge, durch w sich aus den blattartigen Anlagen die Körpergestalt des Menschen, seine O und Organgruppirungen herausbilden.

Im Allgemeinen bildet sich die flache Embryonalanlage zu einem Dop rohre um, indem zuerst in der Mittellinie der äusseren Fläche der Em nalanlage eine Furche entsteht, deren Ränder sich erheben, einander zu und schliesslich zu einem Rohre, dem Medullarrohr verwachsen, welch Anlage des Gehirns und Rückenmarks des Embryo darstellt. Ihr inneres L wird zum Rückenmarkscanal mit den Hirnhöhlen. An diese obere animale schliesst sich die Bildung der unteren vegetativen Röhre (Leibeshöhle mit und Bauch) an, deren inneres Lumen das Lumen des (geradegestreckt zu kenden) Darmrohres darstellt, an das sich als Ausbuchtungen die meisten sen anschliessen. Die Anlage der vegetativen Röhre bildet sich an der un Fläche der Embryonalanlage, indem die Seitenplatten des obersten Keimb mit den anliegenden beiden anderen Keimblättern nach unten sich wölben, allen Seiten gegen einander wachsen und schliesslich so verschmelzen, das noch der Nabel als einzige Lücke offen bleibt. Die bleibenden Leibesöffnu am oberen und unteren Körperende entstehen erst durch spätere Bildung gänge, die zu einem Durchbruch führen.

Der Embryo schnürt sich durch die Bildung seines vegetativen Leibesr unter fortschreitendem Wachsthum zunächst am Kopfende, dann auch seitlich hinten von dem peripherischen Theil der Keimhaut ab. Nachdem sich zun durch vorwiegende Entwickelung das vordere Leibesende zum Kopf gestaltet

ung der Seitenplatten in Leibeswand und Darmwand eintritt, wodurch die orderen Leibeshöhlen angelegt werden, ist der Leib des Embryo in der lage fertig. Durch die Entstehung des Herzens und der ersten Blutge- mittleren Keimblatte und durch den Beginn der Circulation des neu ent- , embryonalen Blutes gibt sich der Embryo nun schon als ein geschlos- herer Organismus zu erkennen.

Entwickelung des Fruchthofes zur Embryonalanlage schreitet bei dem rei (Bischoff) in folgender Weise vor. Die Keimblase erreicht einen sser von über 6''', gleichzeitig wächst durch Vergrösserung der mittleren chte der Fruchthof, und es zeigt sich nun als erste Andeutung der Bil- Embryo ein Gegensatz zwischen einer helleren Mitte: Area pellucida, hsichtigen Fruchthof, und einem dunkleren Randsaum: der Area opaca, klen Fruchthof. Nun nimmt der runde Fruchthof zunächst eine länglich estalt an, dann eine eiförmige. In diesem Stadium erscheint die nalanlage als ein längliches, dichteres Schildchen, Axenplatte in der Mitte des Fruchthofes, in dessen Mitte eine schmale, die Enden dchens nicht erreichende Furche, die Primitivrinne erscheint. Die alanlage wird nun zunächst schwach leierförmig, umgeben mit einem fe, der Fruchthof nimmt wieder die runde Gestalt an (Figg. 42. 43.).

Fig. 42.



der Keimblase eines Kaninchens, nal vergr. Der weisse Rand ist die ca, die dunklere breitere Zone die lucida. In dieser zeigt sich die Em- nalanlage mit der Primitivrinne. Nach Bischoff.

Fig. 43.



Fruchthof des Kaninchens mit leierförmiger Embryonalanlage, *a* Primitivrinne, *b* Embryonalanlage, *c* Area pellucida, leierförmig, *d* Area opaca, kreisrund. Etwa 10mal vergr. Nach Bischoff.

Principe stimmen die weiteren Entwickelungsvorgänge, wie diese An- rselben, bei den Wirbelthieren überein, am öftesten sind sie bei dem n untersucht worden.

erhalb der Primitivrinne in der unteren Lage der Achsenplatte tritt ein valzenförmiger Strang: die Chorda dorsalis auf, welche in der Folge

knorpelig wird und Vorläufer der Wirbelsäule ist. Ihr vorderes Ende spitzt sich zu, das hintere verdickt sich spindelförmig. Die seitlichen Theile des mittleren Keimblattes neben der Chorda dorsalis werden nach Kölliker als **Urwirbelplatten** bezeichnet, der mittlere Theil der oberen Lage als **Medullarplatte**, die Seitentheile der Embryonalanlage heissen von dem oberen Blatt: **Hornblatt**, von dem mittleren: **Seitenplatten**. Doch ist eine scharfe Trennung in diesem Entwickelungsstadium noch nicht gegeben. Eine Differenzirung im unteren Keimblatt (Darmdrüsenblatt) ist noch gar nicht erfolgt.

Indem die Ränder der Medullarplatte emporwachsen und die Urwirbelplatten ebenfalls weiter wuchern, erheben sich seitlich von der zunächst noch als Vertiefung fortbestehenden Primitivrinne zwei leistenförmige Erhebungen, die **Rückenwülste**, die eine breite seichte Furche zwischen sich fassen, die **Rückenfurche**, welche als Weiterentwickelung der Primitivrinne erscheint. Die Ränder der Furche wachsen einander rasch entgegen, und es kommt zu einer Verwachsung der Ränder der Medullarplatte und der angenzenden Theile des Hornblattes, sodass aus der mittleren Partie des **sensoriellen Blattes** (der Medullarplatte) ein geschlossener Canal hervorgeht, über welche sich die Hornplatten, die seitlichen Theile des sensoriellen Blattes, von einer Seite zur andern herüberziehen. Auch die Urwirbelplatten wuchern gleichzeitig empor, es kommt aber noch nicht zu einer vollkommenen Umwachsung des neugebildeten Medullarrohres, über dessen halbe Höhe sie zunächst hinausreichen. Die Verwachsung des Medullarrohres beginnt an einer Stelle, die dem sich bildenden hinteren Kopfende entspricht, von hier aus schreitet sie nach vorn und hinten fort, am spätesten erfolgt der Verschluss am hinteren Ende (Figg. 44. 45.).

Fig. 44.



Querschnitt durch die Anlage eines Hühnerembryo vom Ende des ersten Tages 90—100mal vergr. *c h* Chorda; *u w p* Urwirbelplatte mit einer Spalte *u w h*, vielleicht der ersten Andeutung der spätern Höhle der Urwirbel; *s p* Seitenplatten mit den Urwirbelplatten hier noch verschmolzen, *d d* Darmdrüsenblatt, *h* Hornblatt, *m* Medullarplatte. Beide zusammen sind in eine starke Falte, die Medullarwülste oder Rückenwülste erhoben, die die breite Rückenfurche *R f* begrenzen, in deren Mitte noch die Primitivrinne *P r* sichtbar ist.

Fig. 45.



Querschnitt durch ein Hühnerembryo vom zweiten Tage, 90—100mal vergr. *d d* Darmdrüsenblatt, *c h* Chorda, *u w* Urwirbel, *u w h* Urwirbelhöhle, *a o* primitive Aorta, *u n g* Urnierengang, *s p* Spalte in den Seitenplatten (erste Andeutung der Pleuroperitonealhöhle), die durch dieselbe in die Hauptplatten *h p l* und Darmfaserplatten *d f* zerfallen, die durch die Mittelplatten *m p* unter einander zusammenhängen, *m r* Medullarrohr, (Rückenmark), *h* Hornblatt, stellenweise verdickt.

vorderen Ende der sich zum Medullarrohre vereinigenden Rückenfurche ich blasige Auftreibungen, die Anlage der Hirntheile, und nahe am hin- nde eine Erweiterung: der Sinus rhomboidalis. Nach der Anlegung der urche entstehen unter derselben und etwa ihrer Mitte entsprechend neben rda dorsalis durch Zerfallen der Urwirbelplatten irbel, zunächst 2 oder 3 Paare vierseitiger, Flecken, die sich bald, indem neue Paare den ersten entstehen, auf 6—7 vermehren. die Anlagen und Vorläufer der Wirbelsäule r Muskeln und der Nervenwurzeln. Die ersten l entsprechen den vordersten Halswirbeln. ergibt sich, dass die Hälfte der Embryonalan- den Kopf, etwas über ein Viertel auf die vor- lsgegend und das letzte Viertel auf die gesamm- eren Körperabschnitte trifft (Fig. 46.).

Fig. 46.



Embryonalanlage eines Hundeeies, etwa 10mal vergr. Nach BISCHOFF. *a* Rückenfurche, hier mit 3 Erweiterungen und 2 Einschnürungen, Andeutungen der aus diesem Theile der Medullarplatte sich entwickelnden 3 Hirnblasen, *a'* Erweiterung der Rückenfurche in der Lendengegend (Sinus rhomboidalis), *b* Medullarplatte, *c* Seitenplatten, *d* äusseres und mittleres Blatt der Keimblase, *f* inneres Blatt derselben. In der Mitte sind sechs Urwirbel sichtbar, und in der Mitte der Rückenfurche sieht man die durchschimmernde Chorda dorsalis.

Bildung der vegetativen Röhre, des Bau- weitesten Sinne des Wortes geschieht in der dass die Seitenplatten nicht nur von rechts ks sich zusammenneigen, sondern vor allem nächst von vorn nach hinten und von hinten nach wuchern beginnen und also von allen Seiten nten concentrisch vorrücken, um sich endlich einer gemeinsamen Längsnaht wie die Rücken- sondern in einem Puncte, dem Nabel, zu zen. Dadurch schnürt sich der nach unten rin- nig werdende Embryo von der Eiblase mehr und . Die Abschnürung beginnt zuerst am Kopfende, die Seitenplatten, hier mit den Urwirbelplat- den Kopfplatten verschmolzen, von vorn und von iten her mit ihren Rändern nach unten gegen der zu wuchern und sich gegen einander krüm- Dadurch hebt sich das Kopfende der Embryo- ge von dem Fruchthofe ab und bildet sich auf terfläche der Embryonalanlage eine kleine, blinde Höhle: Kopfdarm- (Fovea cardiaca, WOLFF). In analoger Weise entsteht später am hinteren ler Embryonalanlage die Beckendarmhöhle und nun beginnen sich e Ränder der Seitenplatten nach abwärts zu krümmen. Man pflegt jetzt die der Embryonalanlage mit einem Schuh zu vergleichen. Man denkt sich ls vorderes Blatt des Schuhes die Kopfdarmhöhle, der Fersentheil ist die e Beckendarmhöhle, die Seitenwände des Schuhes werden durch die sich inander krümmenden Ränder der Seitenplatten gebildet, die Ränder der rmigen Anlage gehen in die Keimblase über. In diesem Stadium ist der och sehr weit, er ist die weite Oeffnung der schuhförmigen Anlage, von s gelangt man nach vorne durch den vorderen Darmeingang in die rmhöhle, nach hinten in die Beckendarmhöhle durch den hinteren Darm- .

der vorderen Wandung der Kopfdarmhöhle beginnt im Bereiche des mitt-

leren Keimblattes ein Spaltungsvorgang, der in der Längsrichtung über di
hintere Hälfte der genannten Wand und seitlich sich noch etwas über das
der Seitenplatten erstreckt. Nur in dem vorderen Theile der Kopfdarmhöh
Schlundhöhle bleiben die Seitenplatten (Schlundplatten REMAK's) unge
Der hintere Theil der Kopfdarmhöhle zeigt dagegen die besprochene Spa
lücke, Herzhöhle, in welcher sich später d
bildet. Das innere Spaltungsblatt der Seiten
wird zur äusseren Wand des Vorderarms, d.
Speiseröhre, und heisst Darmfaserplatte,
innen ausgekleidet von dem Darmdrüsenblat
äussere Spaltungsblatt der Seitenplatten, auss
dem sensoriellen Blatt (Hornblatt) überzogen,
der Folge zu der über dem Nabel befindlichen
ren Leibeswand des Embryo. Das Herz bildet
der Wand des Vorderdarmes, der Darmfase
und ist anfänglich ein gerader Zellenstran
bald eine Höhlung zeigt und sich weiter un
(Fig. 47.).

Fig. 47.



Derselbe Embryo, den Fig. 46 darstellt, von der Seite, *a* abgetrennte äussere Lamellen der Keimblase. Das Offenstehen der Rückenfurche und die Abschnürung des Kopfes sind deutlich.

Die obige Figur 45. stellt den anologen Sp
vorgang der Seitenplatten in Hautplatte und
faserplatte, der zur Bildung der Peritonealhöhle
in seinen Anfängen dar. Nach aussen versch
beide Platten in das ungetheilte mittlere Keimb
Fruchthofes, nach innen verbinden sie sich bo
mig und erhalten die Bezeichnung Mittelplat
sie an die Urwirbel, an die beiden primitiven
und die Urnierengänge angrenzen. Die Spaltun
geht wie ein Canal durch den ganzen Randth
Embryo und vereinigt sich am hinteren Ende de
mit der der anderen Seite und vorn mit der ob
schriebenen Herzhöhle, sodass die Embryonalanlage nur oben und in d
tellinie (wo sich später das Mesenterium zeigt) diese Spaltung nicht besitz
Darm bildet sich zunächst als eine Eintiefung des Darmdrüsenblattes direct
halb der Chorda dorsalis: Darmrinne.

Der Spaltungsprocess der Hautplatten schreitet eine Strecke weit ü
Bereich des Embryo heraus in den Fruchthof und den peripherischen T
Keimhaut vor. Die dem Embryo zunächst anliegenden Theile der Hau
biegen sich mit dem Hornblatt überzogen gegen die Mittellinie zur Bild
Bauchwand gegen einander, die peripherischen Theile dieser beiden Blätte
ben sich dagegen über den Embryo als Amnionfalte, um ihn endlich a
mion ganz zu umschliessen. Indem die Mittelplatten nach innen w
und zu einer unpaaren Masse verschmelzen, aus der auch das Gekröse
geht, wird durch das Dazwischenschieben der aus den Mittelplatten entste
Gebilde das Darmdrüsenblatt, resp. die Darmrinne von der Chorda dorsal
und mehr abgeschoben. Die Verhältnisse, welche dadurch entstanden sin
monstrirt die nebenstehende Zeichnung nach REMAK (Fig. 48.). Die Bau
ist durch die Hautplatten *hp* fast geschlossen, die sich nach aussen zur A

heben. Innerhalb der Bauchhöhle ist der stark rinnenförmige Darmcanal,
Darmfaserplatte *d f* und Darmdrüsenplatte *d* in die betreffenden Häute
ipherischen Keimschichte des
rsacks übergehen. Befestigt
r Darm durch ein Gekröse,
einer vor der Chorda und
Anlage der Wirbelsäule ge-
Masse (den vorgewucherten
tten oder Gekrösplatten)
und die jetzt unpaare Aorta
die Cardinalvenen *vc* ein-

diese Weise kommt es end-
vollkommenen Abschnürung
bryo von dem Reste der
se, der dann den Namen
lase (bei Eiern mit Nah-
ter: Dottersack) erhält. Die
nger werdende Communica-
ung der Bauchhöhle des Em-
armlumen) mit der Nabel-
lie sich canalartig auszieht,
abelgang Ductus omphalo-
s, die ringförmige Abschnü-
le Nabel.

Fig. 48.



Querdurchschnitt durch den Rumpf eines 5tägigen Embryo in der Nabelgegend. Nach REMAK. *s h* Scheide der Chorda, *h* Hornblatt, *a m* Amnion, fast geschlossen, *s a* secundäre Aorta, *v c* Venae cardinales, *m u* Muskelplatte, *g* Spinalganglion, *v* vordene Nervenwurzel, *h p* Hautplatte, *u p* Fortsetzung der Urwirbel in die Bauchwand (Urwirbelplatte, REMAK, Visceralplatte, REICHERT). *b h* Primitive Bauchwand aus der Hautplatte und dem Hornblatt bestehend, *d f* Darmfaserplatte, *d* Darmdrüsenblatt, beide hier, wo der Darm im Verschlusse begriffen ist, verdickt. Die Masse um die Chorda ist der in Bildung begriffene Wirbelkörper, die vor den Gefässen enthält in den seitlichen Wülsten die Urnieren und setzt sich in der Mitte ins Gekröse fort.

wesentlichsten Differenzirungen
ern der Embryonalanlage fallen
ittleren Blatte zu. Die Ur-
, welche anfänglich als solide
gregate auftreten, zeigen bald
nalogen Spaltungsvorgang, wie
enplatten, es entsteht eine sich
wieder ausfüllende Höhle, deren
Vand zu einem besonderen Gebilde,
skelplatte, wird, während der untere Theil als eigentlicher Urwirbel fort-
In der Folge umwachsen die eigentlichen Urwirbel die Chorda und das Rückenmark,
s, indem sich eine dünne Lamelle zwischen Rückenmark und Hornblatt einschiebt
hliesslich mit derjenigen der entgegengesetzten Seite verschmilzt: häutige Wirbel-
oder obere Vereinigungshaut. Die Umwucherung der Chorda umschliesst zunächst die
Seite derselben, später wächst ein dünnes Blatt zwischen Rückenmark und Chorda
So entsteht zunächst eine vollkommen zusammenhängende häutige Wirbelsäule mit
Doppelhöhle, von der die obere das Rückenmark, die untere die Chorda umschliesst.
er häutigen Wirbelsäule treten sofort neue Gliederungen auf, indem in den Ab-
en, welche den mittleren Theilen der früheren Urwirbel entsprechen, neue Trennungs-
auftreten, welche die Grenzen der bleibenden Wirbelkörper bezeichnen. Jeder Urwirbel
lt dadurch in zwei durch den Intervertebralknorpel geschiedene Hälften, je zwei an
der grenzende Urwirbel vereinigen sich zu einem bleibenden Wirbelkörper. Bald nach
chliessung der häutigen Bogen über dem Rückenmark entwickeln sich in denselben die

Anlage der Knorpelbogen, der vorderen und hinteren Nervenwurzeln sammt den ...nalganglien.

Auch zur Ausbildung der Bauchwand tragen die Urwirbel auf das Wesentlichst... Die ursprüngliche Bauchwand besteht aus dem Hornblatte und der äusseren Spalt... lamelle der Seitenplatten, von denen die innere zur Darmfaserschichte, Gekröse etc. umgebildet hat. Der äusseren Spaltungslamelle der Seitenplatten gibt man den N... Hautplatten. Sie verwachsen mit den Urwirbeln, und nun beginnen die Muskelpl... die Spinalnerven und die Wirbelbogen (Rippenanlage etc.) (Bestandtheile, in welche si... Urwirbel nach der obigen Darstellung differenzirte), die zusammen als Bauchpla... benannt werden, in die Hauptplatten hineinzuwuchern, wodurch die Hauptplatten i... dickere äussere (Cutis) und in eine dünnere innere Lamelle (Auskleidung der Pleur... tonealhöhle) gespalten werden (cf. Abbildung Nr. 48). Die Bauchwand besteht nun aus f... den Schichten: 1) dem Hornblatt (vom sensoriellen Blatte) der Anlage der Epidermis; ... äusseren, dickeren Lage der Hautplatten (der oberen Spaltungslamellen der Seitenp... vom mittleren Keimblatte), der Anlage der Cutis; 3) der von dem Urwirbel abgespal... fortgewucherten Muskelplatte oder der Anlage der visceralen Muskeln z. B. Intercostalis... 4) und 5) der in einer Schicht liegenden, auch von den Urwirbeln stammenden Anlag... Rippen und Interkostalnerven und 6) der inneren Schichte (in der Abbildung unter ... als Linie dargestellt) der Hautplatte oder der Anlage der serösen Auskleidung der P... peritonealhöhle. Lange ehe die Elemente der Bauchplatten die vordere Mittellini... Bauches erreicht haben, verknorpeln die Rippenanlagen und bilden sich die einzelnen... benden Muskeln aus. Sie schieben sich durch fortschreitendes Wachsthum in der ursp... lichen Bauchwand (Hautplatten) weiter, bis sie entweder, wie die Mm. recti abdomin... der vorderen Mittellinie des Bauches sich berühren oder, wie die Rippen (mit dem Brus... selbst verwachsen.

Der Rücken wird dadurch vollendet, dass in den häutigen Bogen die verknorpe... Wirbelbogen einander entgegenwachsen und in der späteren Folge verschmelzen. Au... Hautplatten vereinigen sich in der Mittellinie, zu der sie, wie auch die Muskelplatten vo... den Seiten heraufwuchern, aus ihnen entstehen Knochen, Muskeln, Nerven und Rücke...

Die Extremitäten zeigen sich zuerst als Verdickungen der Hautplatten, die als ... Stummel hervortreten, an deren Ende (Remak) eine bedeutende Verdickung des sie ... ziehenden Hornblattes auffällt. Bei der weiteren Entwickelung wuchert in diese Anla... Auswuchs der Urwirbel hinein, an welchem sich deutlich die Muskelplatte und der S... nerve betheiligt. Die in die Extremitäteneinlage hineinwuchernden Nerven erschein... Anfange als ungemein mächtige Bildungen.

Am Kopfe und Halse tritt keine Trennung der Urwirbelplatten und Seitenplatte... Urwirbel ein. Es finden sich am Kopf keine Urwirbel und auch in der Folge, solange er knorpelig ist, keine Wirbelabtheilungen oder Wirbelbögen. Früh umwachsen in an... Weise wie bei der Bildung der Wirbelsäule die Urwirbelplatten die Chorda von obe... unten, und später auch das Gehirn, wodurch eine zunächst häutige Schädelkapsel ge... wird, die sich in der Folge in einen äusseren Theil, die Schädelhaut, und in einen in... die knöcherne Schädelkapsel, differenzirt. In den Wänden der Bauchseite des Kopf... Halses (aus Hornblatt und Seitenplatten bestehend) erleiden die mit den Urwirbelp... verschmolzenen Seitenplatten eine von ersteren ausgehende Verdickung, welche die v... Mittellinie zuerst nicht erreicht. Dann bilden sich seitlich je 4 Spalten: Schlund-... Kiemenspalten, welche von aussen bis in den Schlund führen und von der ersten ... Spalten — unter dem Ende des Gehirns, in der unteren Mittellinie — entsteht durch ... buchtung und Durchbrechen von aussen der Mund. Die Theile, welche die erste, zwei... dritte Spalte von vorn her begrenzen, verdicken sich und erhalten die Bezeichnung Sch... bogen. Bei dem Säugethier sind vier vorhanden. (Fig. 49.) In der beistehenden Figur ... Hundeembryo hat man das Herz und den Raum zwischen den Kiemenbogen von ... dünnen Haut, der primitiven Brustwand, bedeckt zu denken. Die drei ersten Kiemen...

nde kolbig und erscheinen als gegen einander gekrümmte, rippenähnliche Bogen. die ersten Bogen sich berühren (Unterkieferfortsatz), weichen die folgenden mehr der ab, nur verbunden durch die ursprüngliche dünne , welche hier die primitiven Aortenbogen deckt. Am emenbogen findet sich ein kleiner Ausläufer: Obersatz, welcher nach oben den Mund umgibt. Von den spalten bleibt für das spätere Leben nur die erste , welche zum äusseren und mittleren Ohr wird. Ein Kiemenbogen verschwindet, ein anderer Theil versich in länger oder ganz sich erhaltende Theile, den chen Fortsatz«, der bei Embryonen vom Hammer aus terkiefer sich erstreckt, ein ziemlich starker cylindrirpelstrang, der wie später der sich von ihm erhaltende Folianus mit dem Hammer sich verbindet und mit ist. Er schwindet im achten Monat. Er entsteht aus n Kiemenbogen. An der Aussenseite des MECKEL'schen s entsteht der Unterkiefer. 2) Hammer und Ambos sind lungen des Unterkieferfortsatzes des ersten Kiemenbo- Oberkiefersatz liefert 3) die Gaumen- und Flügelbeine. e Kiemenbogen liefert vor allem 4) den Steigbügel mit culus stapedius. Der dritte Kiemenbogen liefert 5) den inkörper und dessen grosse Hörner.

Fig. 49.



Kopf eines Embryo, von unten gesehen, mehr vergr. Nach BISCHOFF. a Vorderhirn, b Augen, c Mittelhirn, d Unterkieferfortsatz, e Oberkieferfortsatz der ersten Kiemenbogen, f f' f'' 2—4 Kiemenbogen, g linkes, h rechtes Herzohr, k rechte, i linke Kammer, l Aorta mit 3 Paar Arcus aortae.

das fortschreitende Wachsthum der schuhförmigen alanlage erleidet dieselbe ganz constante Krümmunnächst entwickelt sich der Kopf durch die rasche Ausdes Gehirns immer mächtiger und schnürt sich mehr r von der Keimblase ab und wölbt sich empor, wobei er eine doppelte Krümmung Die erste fast rechtwinkelige Krümmung: vordere Kopfkrümmung biegt den er Gegend der zweiten Hirnblase in einen hinteren und vorderen Theil ab. An der les verlängerten Marks und Rückenmarks findet sich eine zweite rechtwinkelige ng: hintere Kopfkrümmung, Nackenhöcker. Eine ähnliche Krümmung erleidet yo später am entgegengesetzten Körperende (Schwanzkrümmung). Mit der weiteren ng des Halses hebt sich und streckt sich der Kopf wieder in die Höhe. Auch eine nige Drehung von links nach rechts (besonders in den Schlangen ausgeprägt) zeigt elthierembryo. Von oben betrachtet liegt dann der Kopf im Profil, während der ach oben gerichtet ist.

gemeinen Ueberblick erkennen wir (KÖLLIKER), dass der Leib der Wirbelthiere sich lt aus drei Keimblättern und sechs primitiven Organen, von denen zwei nd. Diese primitiven Organe sind: 1) das Hornblatt; 2) die Medullarplatte, beide obersten Keimblatt; 3) die Chorda; 4) die Wirbelplatten; 5) die Seitenplatten aus leren Keimblatt und 6) das Darmdrüsenblatt, das untere Keimblatt.

KER, dessen kritischer Darstellung wir auch im Vorstehenden, soweit es sich auf lungsgeschichte bezieht, uns eng angeschlossen haben und auch in der Folge uns sen werden, fasst in Kürze die ersten Entwickelungszustände übersichtlich in r Weise zusammen:

orphologischen Vorgänge bei der Umbildung der drei Keimblätter in die aufgezählten ind im Einzelnen sehr verschieden: doch findet sich ein Gedanke überall wieder, Umbildung von Blättern oder hautartigen Anlagen in Röhren. Wenn man zuerst von eren Umgestaltungen des mittleren Keimblattes absieht, so ist das Grundphänomen Bildung des Wirbelthieres das, dass aus der blattartigen Anlage durch paarige Wuchevon einer Axe nach oben und unten (Evolutio bigemina v. BAER) genauer bezeichnet: Umbiegen der Seitenwände nach unten und Bildung von Längswülsten neben der

oberen Mittellinie, die dann zu einem Canal schliessen, ein Leib mit einer oberen Nerv-höhle und einer unteren Visceralhöhle entsteht. Das äussere Keimblatt erzeugt dabei no-wendig eine Doppelröhre, nämlich einmal die Umhüllung des Ganzen oder das Hornb (Epidermis) und zweitens mit seinem mittleren Theil das Nervenrohr, während das un Blatt (Darmdrüsenblatt) nur eine einfache Röhre bildet, das Darmepithelialrohr. Das mittl Keimblatt liefert die Axe, die Chorda, und dann die Begrenzungen des Nerven- und E geweiderohrs oder die Urwirbel und die Seitenplatten, welche die betreffenden Röhren in lich anfänglich nicht vollkommen umgeben. Ist so die erste Anlage gegeben, so wird dies einzig und allein durch Leistungen des mittleren Keimblattes vervollständigt. Bei der primitiven Axe entsteht eine bleibende dadurch, dass die Urwirbel die Chorda u wachsen und so die Wirbelkörperanlagen liefern. Der übrige Theil der Urwirbel dient z Vervollständigung der Rücken- und Bauchwand. Der ersteren liefert er durch Spaltung verschiedene Lagen und zugleich durch Wucherung nach der oberen Mittellinie zu, die Hüll des Medullarrohrs, die Wirbelbogen und Nervenstämme und durch die Muskelplatte au die tieferen Muskelschichten (die vertebralen Muskeln Arnold) und die Haut; der letzter gibt er ebenfalls die Knochen (Rippen und Brustbein), die Muskeln (visceralen Musk Arnold) und Nerven, welche Theile alle aus den Seitentheilen der ursprünglichen Urwirb hervorsprossen, d. h. von den Wirbelbogen, der Muskelplatte und den Nervenstämmen in die Seitenplatten hineinwachsen, die dadurch in eine Cutisschicht und in eine innere La (Darmfaserhaut oder, [wie im Bereich der Pleuroperitonalhöhle, in die Serosa) gespal wird. Während dies geschieht, wuchern die Seitenplatten, die im ganzen Bereich der Ple roperitonealhöhle in eine äussere Hautplatte und eine innere Darmfaserplatte sich gespal haben, mit ihrem inneren Ende nach innen unter der Axe durch zur Vervollständigung d Darmwand und zur Erzeugung des Gekröses, wo ein solches vorhanden ist. Wo Extremit ten vorkommen, sind sie Erzeugnisse der Seitenplatten, und zwar der äusseren Schicht derselben, welche an der Grenze gegen den Rücken einmal zu Muskel- und Knorpelmass sich differenziren, die dann zur Bildung des Extremitätengürtels und seiner Muskeln in Rücken- und Bauchwand hineinwuchern und zweitens durch mächtige Wucherung nach aus die Anlage der eigentlichen Extremitäten erzeugen, welche dann unter Mitbetheiligung von den Urwirbeln aus einwachsenden Nerven wieder in ihre einzelnen Theile sich sond So entsteht durch ein merkwürdiges Ineinandergreifen der Leistungen der Urwirbel u Seitenplatten das ganze verwickelte innere Gefüge des Inneren des Leibes (Kölliker).

Die Entwickelung der weiteren einzelnen Organe wird im speciellen Theile gebrac werden.

Es erübrigt noch eine Andeutung über das Amnion und die Entstehung der Allantois u Placenta, welche letztere bei den Kreislaufs- und Athemorganen näher beschrieben w den wird.

Die Bildung des Amnion ist schon oben in ihren Grundlagen dargestellt. Es ist (wen stens bei dem Hühnchen) eine Fortsetzung der gesammten Haut, mit einer Epithelialschi und einer (kontractilen) Faserschicht, welche beide unmittelbare Fortsetzungen der Ha platte sind. Es entsteht zunächst als eine durchsichtige, dem Embryo eng anliegende Fal die sich über den Embryo erhebend endlich zu einer zarten Blase verwächst und von d Rändern der unteren Leibesoffnung ausgeht. Das Amnion hat zu keiner Zeit selbständ Gefässe.

Nach Bischoff entseht die Allantois, der Harnsack, der Säugethierembryonen als ei ursprünglich solide doppelte Wucherung der vorderen Beckenwand, die nachträglich einfa und hohl wird und sich mit dem Mastdarm in Verbindung setzt, sodass das Drüsenblatt d selben die hohlgewordene Allantoisanlage auskleidet. Die Allantois spielt für die Ernähru des Embryo eine sehr wichtige Rolle als Trägerin der Umbilikalgefässe. Die Allant erscheint, wie gesagt, zuerst solid aus Zellen zusammengesetzt, bald bemerkt man in de birnförmig werdenden Gebilde eine Höhle. Das so entstandene Bläschen vergrössert si mehr und mehr, wird gestielt und trennt sich von der Wand der Beckendarmhöhle und tri

schon erwähnt, mit dem Hinterdarm in Communication. Sehr früh entwickeln sich Ge- auf der Allantois, die zu einer grösseren, ausserhalb des Embryo zwischen Dottersack mnion gelegenen Blase wird, welche mit einem hohlen Stiel (Urachus oder Harngang) er vorderen Wand des Mastdarms in Verbindung steht. Der Urachus oblitterirt zum nentam vesicae medium, das bei dem Erwachsenen von dem Harnblasenscheitel zum führt. Die arteriellen Allantois-Gefässe erscheinen zunächst als Enden der beiden pri- n Aorten (Aa. vertebrales posteriores), später als stärkste Ausläufer derselben, sie Aa. umbilicales. Aus einem zarten Netz, das sie auf der Allantoisblase bilden, gehen enen hervor: Vv. umbilicales, welche in den Rändern der Bauchwände nach vorne en und mit den Venae omphalo-mesentericae gemeinschaftlich in einen Behälter ein- n, der mit dem venösen Theil des Herzens in Verbindung steht (KÖLLIKER). Indem die is sich an die innere Chorionwand anlegt und ihre Gefässe in die Zotten der An- le hineinwuchern und von da in das Gewebe der Uterinschleimhaut der Mutter ge- entsteht die Placenta, welche von da an als Athmungs- und Ernährungsorgan des fungirt (cf. Athmungsorgane). Das Blut der Nabelvene ist nach der Ausbildung der a heller als das der Nabelarterie, es besteht hier ein ganz analoges Verhalten wie en dem Blut der Lungenarterie und Lungenvene. Auf der Nabelblase entwickeln sich lichen Gefässe des ersten embryonalen Kreislaufs (Area vasculosa cf. Blut- ng II.). Sobald der Embryo durch die Gefässe des Allantois mit dem mütterlichen nmunicirt (Placenta), so schrumpft die Nabelblase mit ihren Gefässen und dem Ductus intestinalis zu einem dünnen Strang zusammen, da sie jetzt ihre Bedeutung für das malleben verloren hat. Die Allantois erhält die Secrete der Urnieren (cf. Harn).

Nabel besteht aus zwei concentrischen Röhren. Die innere ist der Darmnabel omphalo-entericus), er verbindet die Darmwand mit der Nabelblase; die äussere ist tnabel und verbindet die Bauchwand des Embryo mit dem Amnion. Zwischen beiden ine ringförmige Spalte, welche mit der Pleuroperitonealhöhle communicirt, und aus der Urachus zur Allantoisblase hervorkommt. Durch den Abschnürungsprocess nächst ein allseitig geschlossenes Darmrohr gebildet, welches mit der Visceralhöhle ren Ende und in der hinteren Medianlinie verwachsen ist. Der Durchbruch der vor- nd hinteren Darmöffnung wird im speciellen Theile noch näher abgehandelt werden.

Zweites Capitel.

Die Chemie der Zelle.

Elementare Zusammensetzung der organischen Stoffe.

In der Geschichte der Bildung der Organismen finden wir Formge welche von den in der organischen Natur sich bethätigenden wesentlich schieden scheinen.

Die ausgebildete Zellform charakterisirt sich durch ihre Constitutio heterogenen Theilen. Es gehört zum Begriff des Organismus, also auch der dass in ihm verschiedenartige Bestandtheile durch das Band der Le thätigkeiten zu einem grösseren Ganzen vereinigt werden. Anders ist es b Formen der anorganischen Stoffe. Der Krystall lässt sich zertrennen in i kleinere und kleinste Stücke, von denen jedes die wesentlichen Eigens des Mutterkrystalles, dessen Grundform besitzt.

Während die organische Formeinheit der Zelle erst an einer grössere zahl zu einem Ganzen vereinigter Stoffmoleküle in Erscheinung treten kan die anorganische Formeinheit des Krystalles die Eigenschaft jedes einzelnen sten Stofftheilchens.

Entsprechend dieser Verschiedenheit in den Gestaltungsgesetzen schei Gedanke nahe zu liegen, dass auch die Stoffe, welchen durch das Leb organische Form eingeprägt werden kann, wesentlich verschieden sein m von den Stoffen der anorganischen Natur.

Die Chemie lehrt gegen dieses scheinbare Vernunftpostualat, dass die c schen Elementarstoffe der Organismen nicht nur auch sonst auf der E anorganischen Verbindungen vorkommen, sondern dass gerade die allerve tetsten die chemische Grundlage der belebten Wesen darstellen.

In der Zelle haben wir die einfache schematische Form erkannt, auf v sich alle Gestaltungsunterschiede der organischen Natur zurückführen l Dieser Einfachheit der Gestalt der Organismen steht als nicht minder raschende Thatsache die Einfachheit ihrer elementaren chemischen Zusan setzung gegenüber.

Wie wir die Entdeckung des zusammengesetzten Mikroskopes als die G lage der Fortschrittsmöglichkeit in der Erkenntniss der Formgesetze der Or men erkannt haben, so begegnen wir bei den folgenden Betrachtungen üb Chemismus der Zelle einem nicht weniger souveränen Hülfsmittel der U suchung, auf welchem die grösste Zahl der mitzutheilenden Entdeckungen b

chemischen Elementaranalyse der organischen Stoffe. Sie hat ihre sbildung vor allem durch JUSTUS VON LIEBIG erfahren. Die Methode besteht vor-zsweise in einer kunstgerechten Verbrennung der organischen Stoffe, welche es aubt, die entstandenen Verbrennungsprodukte zu sammeln, zu wiegen und er näheren chemischen Untersuchung zu unterwerfen.

Mit Hülfe dieser Methode hat die Wissenschaft gefunden, dass die eigentlich ganisch-chemischen Stoffe nur aus einer äusserst geringen Anzahl einfacher ementarstoffe zusammengesetzt sind. Nur 7 von den über 60 Elementen der iemie, aus denen sich der Körper unseres Planeten bestehend zeigt, betheiligen ch zunächst an der chemischen Bildung der organischen Stoffe. Es sind diese: uerstoff O, Stickstoff N, Wasserstoff H, Kohlenstoff C, Schwefel S, Phosphor Ph, isen Fe. Ein kleiner Theil der organischen Stoffe besteht nur aus zwei dieser eben Elemente und zwar aus Kohlenstoff, der in keiner organischen erbindung fehlt, und aus Wasserstoff (die natürlichen Kohlenwasser-offe), oder aus Kohlenstoff und Sauerstoff (die wasserfreie Oxalsäure) [1].

Weitaus die grösste Anzahl der im Thierkörper vorkommenden organisch-emischen Verbindungen (die Mehrzahl der organischen Säuren, die Kohlehydrate nd Fette) bestehen in ihrer Elementarzusammensetzung aus drei Elementen: ohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff.

Das Verhältniss, in welchem sich der Sauerstoff zu dem Wasserstoff in den erbindungen findet, ist ein verschiedenes. Bei den hierher gehörigen organischen uren bleibt, wenn man sich allen Wasserstoff mit Sauerstoff zu Wasser ver-nden denkt, noch ein Ueberschuss von Sauerstoff zurück. Die Kohlehydrate halten ihren Namen von der Eigenschaft, dass in ihrer Zusammensetzung Sauer-off und Wasserstoff in dem Verhältnisse eingetreten sind, dass sie ausreichen ürden, mit einander Wasser zu bilden. Bei den fetten Säuren zeigt sich ein eberschuss von Wasserstoff; nur ein Theil des Wasserstoffes fände Material an orhandenem Sauerstoff vor, um sich mit ihm zu Wasser zu vereinigen.

Eine weitere Reihe organischer Stoffe enthält ausser jenen drei Elementar-stoffen noch Stickstoff; sie werden als stickstoffhaltige Verbindungen den bisher genannten als den stickstofffreien gegenübergesetzt. Man rechnet unter diese Gruppe auch die höchst zusammengesetzten chemischen Produkte der ebensthätigkeit, welche Schwefel (Phosphor oder Eisen) in ihrer Consti-tion besitzen.

Hierher gehören die stickstoffhaltigen organischen Säuren und asen oder organischen Alkaloide und indifferenten krystallinischen Körper. inige derartige krystallinische Stoffe enthalten auch Schwefel.

Zu den höchst zusammengesetzten organischen Stoffen gehören die Eiweiss-stoffe, unter denen das eigentliche Eiweiss oder Albumin als Hauptrepräsen-ten anzusehen ist. Sie enthalten ausser Stickstoff auch Schwefel. In der neuesten Zeit ist man darauf aufmerksam geworden, dass im Thierorganismus noch com-plicirtere Substanzen als die Eiweissstoffe sich finden, die durch ihre Zersetzung Albuminate liefern; hierher gehört das Hämoglobin und Vitellin, von denen das erstere Eisen, vielleicht beide Phosphor in ihrer Zusammensetzung enthalten.

In den lebenden Organismen finden sich die organischen Stoffe, deren Zu-

[1] Die nähere chemische Charakteristik der Stoffe folgt unten.

sammensetzung wir eben besprochen haben, gemischt oder in chemischen bindungen mit einer procentisch meist geringen Menge von Stoffen anorgani Natur, welche die Eigenschaften derselben für das Leben der Organism wesentlicher Weise umgestalten, sodass diese anorganischen Stoffe für da stehen des Organismus und für die Lebensvorgänge in demselben von nich ringerer Bedeutung sind, als die angeführten organischen Verbindungen, aus die verbrennlichen Stoffe der pflanzlichen wie thierischen Organe bestehn betheiligen sich an der Bildung und Rückbildung der Organbestandtheile vor wohl dadurch, dass sie bestimmte chemische Zersetzungen und Verbindung den organischen Stoffen einleiten und selbst mit ihnen in Verbindung treten.

Wenn ein wasserfreier pflanzlicher oder thierischer Körper verbrennt, mit Sauerstoff verbindet, so wird die Hauptmasse desselben, die aus den genannten Elementen besteht, in gasförmige Verbrennungsprodukte überge Ihr Kohlenstoff verbrennt zu Kohlensäure (Kohlendioxyd CO_2), der Wass verbindet sich ebenfalls zum Theil mit Sauerstoff zu Wasser (H_2O), ein an Theil geht in gasförmiger Verbindung mit Stickstoff, wenn solcher zu der c schen Constitution des verbrennenden Körpers gehörte, als Ammoniak (N die umgebende Atmosphäre. Phosphor und Schwefel bleiben in ihren ents den Sauerstoffverbindungen (Phosphorsäure, dreibasische Phosphorsäure I und Schwefelsäure $H_2 SO_4$) nach dem Verbrennen verbunden mit den ano schen Stoffen als Asche zurück. Die nach der Verbrennung zurückbleib festen Stoffe werden als Aschenbestandtheil von den organischen S unterschieden. Es wird durch die Aschenbestandtheile auch ein Theil der die Verbrennung des Kohlenstoffes erzeugten Kohlensäure gebunden, sodas Kohlensäure zu den Bestandtheilen der Asche gerechnet werden muss. A den genannten finden sich in der Asche noch folgende Stoffe: Von Nichtme len: Chlor Cl, Fluor Fl, Kiesel (Silicium) Si; von Metallen, und zwa Alkalien: Kalium K, Natrium Na, von alkalischen Erden: Calcium Ca, Magn Mg, und normal als schweres Metall: Eisen Fe, oft mit Mangan (Mn), dem Begleiter des Eisens in der anorganischen Natur, bei gewissen niederen T (cf. Blut) Kupfer Cu.

Die Alkalien und alkalischen Erden sind in der Asche meist an Schwef und Phosphorsäure, auch an Kohlensäure gebunden. Ein Theil der Alkalien sich als Chlorverbindungen. Das Fluor kommt als Fluorcalcium (Calcium Ca Fl_2), das Silicium als Kieselerde (SiO_2) in den Aschen vor.

Zu den anorganischen Bestandtheilen der Organismen gehört vor alle Wasser (H_2O), das die Hauptmasse der organisirten Körper ausmacht. M Pflanzenstoffe enthalten davon mehr als 90%; auch die thierischen Orga stehen theilweise bis zu 75% und mehr aus Wasser, doch ist der Wasse der verschiedenen Organe sehr wechselnd, er schwankt auch aus phys schen Ursachen.

Chemismus der Pflanzen- und Thierzelle.

Die Hauptmasse der organisirten Körper, der Pflanzen und Thiere steht, abgesehen von dem Wasser, aus Kohlenstoffverbindungen, von we wie wir gesehen haben, die einfacheren noch Wasserstoff und Sauersto

ckstoff enthalten. Die organischen Stoffe werden in den Pflanzen aus anorgani-en Nährstoffen, vor allem aus Kohlensäure, Wasser und Salpetersäure oder mmoniak gebildet. In welcher Weise aber diese einfachen Verbindungen zu den mplicirten Stoffen umgewandelt werden, aus denen sich die Pflanze zusammen-setzt zeigt, darüber wissen wir bisher noch sehr wenig. So viel steht fest, dass Bildung der organischen Stoffe in der Pflanze denselben Gesetzen folgt, nach nen die chemischen Verbindungen auch ausserhalb der Zelle entstehen. So ge die künstliche Bildung organischer Stoffe den Chemikern noch nicht gelungen r, konnte man glauben, dass in der lebenden Zelle die Stoffbildung ganz an-ren Gesetzen unterliegt als in der anorganischen Natur. Im Jahre 1828 hat HLER den Beweis geliefert, dass man im thierischen Organismus sich bildende rbindungen aus den Elementen künstlich zusammensetzen könne. Er machte Entdeckung, dass Ammoniumcyanat, das sich leicht aus den Elementen erhal-lässt, in wässeriger Lösung eingedampft sich in Harnstoff verwandelt. Seit ser Zeit ist eine Anzahl im Organismus entstehender Verbindungen künstlich rgestellt worden, und täglich wächst diese Zahl, sodass wir hoffen können, end-h die Stoffvorgänge in den Pflanzenzellen ganz verstehen zu lernen.

Zwischen den anorganischen Stoffen, aus denen die Pflanze ihre organischen standtheile bildet, und den organischen Stoffen selbst erkennt man sogleich en wesentlichen Unterschied. Die ersteren sind Verbrennungsproducte, meist uerstoffverbindungen, welche so viel Sauerstoff in sich haben, dass bei den wöhnlichen Oxydationsbedingungen kein weiterer Zutritt dieses Stoffes in die rbindung möglich ist, sie sind vollkommen oxydirt.

In den organisch-chemischen Verbindungen hingegen fehlt entweder der uerstoff gänzlich, oder er ist nur in so geringer Menge vorhanden, dass noch mer eine mehr oder weniger bedeutende Quantität desselben nothwendig ist, n aus den sie zusammensetzenden chemischen Elementen Verbindungen mit an-rganischem Charakter herzustellen. Die organischen Verbindungen kön-en alle noch höher oxydirt werden, sie sind alle verbrennlicher Natur.

Dieser Charakter der Verbrennlichkeit, welcher die organischen Stoffe kenn-eichnet, wird den Elementarverbindungen der organischen Welt, indem sie Be-standtheile eines Pflanzenorganismus werden, erst aufgedrückt. In dem Laborato-um der Zelle müssen sich also Vorgänge finden, welche die aus der Umgebung ufgenommenen Sauerstoffverbindungen entweder gänzlich von ihrem Sauerstoff efreien oder diesen doch zum Theil aus ihnen abscheiden, Vorgänge, die man n Allgemeinen mit dem Namen der Desoxydation, Reduction bezeichnet. ie Kraft, welche die chemischen Verbindungen des Sauerstoffs, der die stärkste erwandtschaftliche Attraction zu allen Elementen besitzt, zusammenhält, muss urch eine grössere, in den Zellen zur Wirksamkeit kommende Kraft überboten erden, so dass der Sauerstoff bei der Bildung der organischen Stoffe frei wer-en kann.

Es war eine der grössten Entdeckungen der Physiologie, als man erkannte, ass diese Kraft der Desoxydation in den Pflanzenzellen nur zur Wirk-samkeit kommt unter dem Einflusse des Sonnenlichtes, dass diese Kraft von dem Sonnenlicht geliefert werde. Dieser Entdeckung steht die andere als nicht weniger wichtig zur Seite, dass die Lebenserscheinungen der thierischen Zelle nicht mit derartigen Desoxydationsprocessen, sondern im Gegentheile mit

Aufnahme von Sauerstoff, mit modificirten Oxydationsvorgängen verbunden sind.

Es war damit das Dunkel des Zusammenhanges des Thier- und Pflanzenreiches erhellt. Die chemischen Vorgänge in den Zellen der grünen Pflanzen und in den Thierzellen sind principiell von einander verschieden. Während die Pflanzenzelle anorganische Sauerstoffverbindungen in sich als Nahrungsmittel aufnimmt und sie durch Desoxydation in organische Stoffe verwandelt, verwandelt die thierische Zelle, die ihre Nahrung aus dem Pflanzenreiche bezieht, die von der Pflanze gebildeten organischen Stoffe zurück in einfache, anorganisch zusammengesetzte Sauerstoffverbindungen.

Das organische Leben stellt sich danach chemisch als ein in sich geschlossener Kreislauf des Stoffes dar.

Die Pflanze eignet sich Stoffe aus der sie umgebenden anorganischen Natur an, aus Luft und Boden, und macht sie zu Bestandtheilen ihres Körpers. Die Bestandtheile der Pflanze werden zu Bestandtheilen des Thieres, die Bestandtheile des Thieres wieder zu Bestandtheilen des Bodens und der Luft, aus denen die Pflanze sie für das organische Leben zurück gewinnt. Der Kohlenstoff der Kohlensäure der Luft wird zum Kohlenstoff der Cellulose, des Stärkemehls, des Zuckers, des Fettes, des Klebers und des Albumins, er wird zum Kohlenstoff unseres Fleisches, unseres Blutes, unserer Nervensubstanz und kehrt aus diesen in der Form von Kohlensäure wieder in die Luft zurück, aus der er stammte. Ebenso wie bei dem Kohlenstoffe ist für alle chemischen Elemente des animalen Leibes und der diese zusammensetzenden Zellen der Ursprung aus der anorganischen Natur nachzuweisen, aus denen sie von der Pflanze aufgenommen und zu organisch chemischen Verbindungen verarbeitet werden, aus denen der thierische Organismus seine Organe aufzubauen vermag. Der letztere eignet sich die von der Pflanze vereinigten Stoffe an, im Allgemeinen nicht etwa um sie in noch höhere und complicirtere Producte zu verwandeln, sondern um sie zu zersetzen und ihnen die Eigenschaften der anorganischen Körper wieder zu ertheilen.

Wir verstehen so, wie die chemische Zusammensetzung der thierischen und pflanzlichen Zelle im Wesentlichen eine gleiche sein kann. Wir finden in beiden die höchst zusammengesetzten organischen Stoffe neben andern, welche sich weniger von den chemischen Verbindungen anorganischer Art unterscheiden. Bei den Pflanzenzellen müssen aber diese letzteren der Mehrzahl nach als Vorstufe zur Bildung der höchsten Producte der organisch-chemischen Lebensvorgänge angesehen werden, bei den Thierzellen dagegen als die Zeugen einer regressiven Thätigkeit, als die Zersetzungsproducte der höher zusammengesetzten Stoffe.

Wir finden somit einen principiellen Unterschied in dem Chemismus der Zellen, je nachdem sie einem der beiden organischen Reiche zugehören; aus ihm erklärt sich die wesentliche Verschiedenheit der Lebensäusserungen der Pflanzen- und Thierzelle. Während die eine — die chlorophyllhaltige Pflanzenzelle — von aussen her Kräfte beziehen muss, um die Trennung der festen chemischen Verbindungen, die sie als Nahrung aufnimmt, zu Stande zu bringen, vermag die andere — die Thierzelle — die Stoffzersetzung unter Sauerstoffaufnahme, welche auch in der anorganischen Natur eine Hauptquelle mechanischer Leistungen ist, zur Hervorbringung von Kraftäusserungen ausserhalb ihres Körpers zu verwenden. Die Pflanzenzelle verbraucht bei ihren chemischen Vorgängen Kräfte, die sie

als Licht und Wärme von der Sonne bezieht; die Thierzelle producirt durch ihre chemischen Vorgänge Kräfte, die vor allem als Wärme, Electricität und mechanische Bewegung erscheinen.

Die Pflanzenzelle.

Die Unterschiede in den chemischen Vorgängen, welche wir zwischen Pflanzen- und Thierzelle kennen gelernt haben, lassen sich, wie schon angedeutet, nur zwischen den chlorophyllhaltigen Pflanzenzellen, unter dem Einfluss einer genügenden Lichtstärke, und den animalen Zellen erkennen.

Der chemische Vorgang in den Pflanzenzellen ist ein doppelter. Zu ihrer Stoffbildung nehmen sie jene einfach zusammengesetzten Sauerstoffverbindungen in sich auf, aus denen in den chlorophyllhaltigen Zellen unter dem Einfluss des Sonnenlichtes und unter Ausscheidung von Sauerstoff die sauerstoffarmen organischen Pflanzenbestandtheile gebildet werden. Auf diesem Vorgang beruht das Zunehmen der Pflanzen mit chlorophyllhaltigen Organen an Masse, ihre **Assimilation**. Diese Fähigkeit der Assimilation geht aber allen nicht chlorophyllhaltigen Pflanzenorganen oder ganzen Pflanzenindividuen ab, ebenso fehlt auch den chlorophyllhaltigen Pflanzen und Pflanzenorganen bei zu geringer Lichtintensität die Fähigkeit, aus Wasser und Kohlensäure unter Mitwirkung anderer anorganischer Nährstoffe organische Substanzen zu erzeugen.

Das Leben der Pflanzenzelle ist aber nicht allein auf Vorgänge der organischen Stoffbildung aus anorganischen Stoffen, der Assimilation, beschränkt. In den chlorophyllhaltigen Zellen selbst oder nach dem Uebertritt in andere Organe erleiden die Assimilationsproducte mannigfache chemische Umwandlungen, die nicht mit einer Abscheidung von Sauerstoff, sondern mit einer Umlagerung der Moleküle, meist mit einer **Aufnahme** geringer Sauerstoffmengen und Aushauchung kleiner Kohlensäurevolumina verbunden sind. Diese Reihe chemischer Vorgänge, die unabhängig von der Einwirkung des Lichtes und Chlorophylls vor sich geht, pflegt man von der Assimilation als **Stoffwechsel** zu unterscheiden. Durch den Stoffwechsel wird im Allgemeinen die Masse der assimilirten Pflanzenbestandtheile vermindert. Die Zunahme der chlorophyllhaltigen Pflanzen an organischen Stoffen beruht also auf einem Uebergewicht der assimilirenden Thätigkeit der chlorophyllhaltigen Organe im Lichte gegenüber der durch den Stoffwechsel bedingten Stoffverminderung. Während die Assimilation nur im Lichte und in den chlorophyllhaltigen Organen stattfindet, geht der Vorgang des Stoffwechsels beständig in allen Pflanzenorganen vor sich. Alle Pflanzen haben sonach einen beständig fortschreitenden Athmungsvorgang, der in Sauerstoffaufnahme und Kohlensäureabgabe wie bei den Thieren besteht. Doch ist diese Art der Athmung bei den Pflanzen meist nur eine sehr geringe, sie wird von der im Lichte in den chlorophyllhaltigen Pflanzenorganen stattfindenden **vegetativen Pflanzenathmung** mit Aufnahme von Kohlensäure und Abgabe von Sauerstoff weit übertroffen, wenigstens in den Vegetationsperioden, in welchen der Assimilationsvorgang einen lebhaften Verlauf nimmt.

Die Lebensvorgänge in den Pflanzen, welche nicht zu der Assimilation gehören, sind wie die in den Thieren von einer Stoffzersetzung abhängig. Die Bildung von Wärme und Electricität in den Pflanzenorganen, die Bewegungen des Proto-

plasmas, die Bildung und Vergrösserung der Zellen findet auf Kosten vorher as
milirter Stoffe statt, welche dabei einer Veränderung im Sinne des Stoffwechs
unterliegen.

Das Wachsthum der Pflanzen setzt wie das der Thiere die vorhergehen
Assimilation von organischen Stoffen aus den anorganischen Nährbestandthei
voraus; der Unterschied besteht aber darin, dass die Thiere diesen Assimilatio
vorgang nicht selbst einzuleiten vermögen und daher die von der chlorophyllh
tigen Pflanze assimilirten Substanzen zum Aufbau und zur Erneuerung ih
Organe in sich aufnehmen müssen, während sich die chlorophyllhaltige Pfla
selbst die Stoffe bildet, die sie für ihre mit Kraftaufwand verbundenen Lebe
thätigkeiten bedarf. Zu diesem Zwecke werden die in den chlorophyllhaltig
Organen im Lichte gebildeten organischen Pflanzenstoffe allen anderen Pflanz
theilen zugeleitet, sie können aufgespeichert werden, um erst in der Folge i
Verwendung zu finden, wenn wie im Frühjahr bei sehr vielen Pflanzen oder
den Samen die Wachsthumsprocesse beginnen, ehe chlorophyllhaltige Org
ihre stoffbildende Thätigkeit entfalten können. Die chlorophyllfreien Pflan
(Schmarotzer und Humusbewohner) assimiliren ebensowenig wie die anima
Organismen, sie nehmen wie diese schon organisirte Stoffe in sich auf, in ih
findet nur ein Stoffwechsel statt mit Einathmung von Sauerstoff und Ausathm
von Kohlensäure. Die assimilirende Thätigkeit der Pflanzen hat also vorzüg
drei Aufgaben zu genügen. Sie liefert die Stoffe, auf deren Verbrauch ihre eige
mit dem Verlust von Spannkräften verknüpften Lebensthätigkeiten beruhen.
liefert weiter die Stoffe für den Aufbau und die Kräfteerzeugung der Schmarotz
pflanzen und der animalen Organismen (Sachs).

Die Assimilationsvorgänge in der Pflanzenzelle sind an das Vorhandensein des Pr
plasmas geknüpft, das in seiner Modification als grünes Chlorophyllkorn die Fähig
zur Verwendung des Lichtes zum Zwecke der Einleitung von Desoxydationen erhält. In
Chlorophyllkörnern selbst lagern sich die unter ihrer Einwirkung sich bildenden org
schen Stoffe (meist Stärkekörnchen) ab. Ob die Bildung der Eiweissstoffe nur unter
Einwirkung des Lichtes stattfinde, ist bisher noch ein Gegenstand der Controverse.

Die Zelle der Pflanze benützt zum Aufbau ihrer Wandungen, die aus Zellstoff (Cellul
bestehen, die Stärke, die Zuckerarten, das Inulin und die Fette; als Baumaterial für
Protoplasma und die Chlorophyllkörper dienen vor allem die Eiweissstoffe. Für die F
über die Fettbildung im animalen Organismus ist es wichtig, dass man durch Beobach
an keimenden Samen etc., die ihre ersten Organe nur aus ihren Reservestoffen ohne Ass
lation bilden müssen, mit vollkommener Sicherheit nachweisen kann, dass sich Fette
Kohlehydrate leicht eines in das andere verwandeln können, dass die Pflanze Fette zur
dung von Stärke, Zucker und Cellulose ebenso benutzt, wie sie aus diesen Kohlehydrate
Fette entstehen lässt zum Beweise, wie innig die Verwandtschaft zwischen Fetten und K
hydraten sein muss.

Dem Stoffwechsel der Pflanzen entstammen ausser den letzten Produkten der
setzung der organischen Stoffe: Kohlensäure, Wasser von Kohlehydraten und Fetten,
Ammoniak und Schwefelsäure, welche dazu die Zersetzung von Albuminaten liefert,
Degradationsprodukte und Nebenprodukte des Stoffwechsels. Zu den ersteren gehör
Bassorin und der Schleim, in welchen sich die Zellwände bei den Quitten- und Leins
verwandeln. Auch körnige Degradationsprodukte des Protoplasmas kommen vor, z.
Stelle der grünen Chlorophyllkörner anders gefärbte, oder, wie in den absterbenden
tern, nur kleinste gelbe Körnchen. Als Nebenprodukte, welche für das Zellenleben

Bedeutung haben, können wir eine lange Reihe von Farbstoffen, Alkaloiden, Gerb- Pectinstoffen, Wachs etc. bezeichnen.

nterschied zwischen Pflanzen- und Thierzelle ist also auch in dieser Beziehung kein urchgreifender. Er bezieht sich allein auf die Fähigkeit der Assimilation, die der Zelle abgeht (cf. unten), welche die chlorophyllhaltige Pflanzenzelle im Lichte be- sie aber bei Mangel des Lichtes und der Chlorophyllkörper wohl immer ebenso ent- die Thierzelle.

r thierische Organismus von den in der Pflanze assimilirten Stoffen seine Organe nd erneuert, so wollen wir noch einen Blick auf die Hauptnährstoffe organischer nsetzung werfen, welche die Pflanze dem Thiere liefert.

e Oekonomie der thierischen Zelle sind nicht alle in der Pflanze gebildeten Stoffe thig. Im Allgemeinen ist es verhältnissmässig nur eine kleine Anzahl von chemi- bindungen, welche die thierische Zelle zu ihrem Aufbau der Pflanzenwelt entlehnt. wir zunächst von den anorganischen Stoffen ab, so sind vor allem wichtig für das h die höchstzusammengesetzten Produkte des pflanzlichen Zellenchemismus: die nate oder Eiweissstoffe, deren rationelle chemische Formel noch nicht er-). Die Pflanze erzeugt mehrere Modificationen des Eiweisses.

n Pflanzensäften ist das eigentliche Pflanzenalbumin enthalten, das in seiner nsetzung mit dem im Thierreiche vorkommenden Eiweisse identisch erscheint. In ern der Getreidefrüchte findet sich in ziemlicher Menge der Kleber, der aus zwei enen Substanzen besteht, welche Pflanzenleim und Pflanzenfibrin genannt in den Samen der Hülsenfrüchte, der Bohnen, Erbsen, Linsen das Pflanzen- der das Legumin. Die Albuminate erscheinen in zwei Modificationen, in einer en und unlöslichen. In ersterer bilden sie einen wesentlichen Bestandtheil des Zelleninhaltes, in der zweiten betheiligen sie sich an dem Aufbaue der Zellen, deren Theile im Pflanzen- und Thierreiche der Hauptmasse nach aus der in Wasser ge- Eiweissmodification oder aus sehr nahestehenden chemischen Abkömmlingen der- stehen. Die lösliche Modification geht durch bestimmte chemische Vorgänge in der Zelle in die unlösliche über; künstlich kann dies auf verschiedene Weise, z. B. durch nd Säuren hervorgebracht werden.

den Albuminaten stehen als ebenfalls sehr bedeutungsvoll für den thierischen die Kohlehydrate, von denen ein Theil in Wasser löslich, ein anderer, unlös- Pflanzenreiche als Material für die Bildung der äusseren Zellmembranen (Cellulose), Bildung fester, organisirter Körnchen im Zellinhalte (Stärke) sich benützt findet. igen eine grosse Uebereinstimmung in der chemischen Zusammensetzung, wodurch ligkeit des Ueberganges des einen Kohlehydrates in das andere verständlich wird, hre rationelle Formel noch nicht bekannt ist:

Cellulose . . .	$C_6 H_{10} O_5$
Stärkemehl . .	$C_6 H_{10} O_5$
Dextrin	$C_6 H_{10} O_5$
Gummi	$C_6 H_{10} O_5$
Inulin	$C_6 H_{10} O_5$
Traubenzucker .	$C_6 H_{12} O_6$
Fruchtzucker . .	$C_6 H_{12} O_6$
Rohrzucker . .	$C_{12} H_{22} O_{11}$

die verschiedenen reichlich in den Pflanzen sich findenden organischen Säuren chon als Nahrung der Thierzelle verbraucht werden, z. B.:

---

ne genauere chemische Gruppirung der organischen Stoffe findet sich bei der der Bestandtheile der Thierzelle, worauf hier verwiesen werden muss.

Essigsäure	$C_2 H_4 O_2$
Apfelsäure	$C_4 H_6 O_5$
Weinsäure	$C_4 H_6 O_6$
Citronensäure	$C_6 H_8 O_7$

Wichtiger als diese, im Ernährungswerthe auch den Kohlehydraten vorgehend,
Fette und Oele.

Sie unterscheiden sich von den Kohlehydraten durch viel geringeren Gehalt an Sa

Sie sind in dem Pflanzenreiche sehr verbreitet; es giebt wohl keine Pflanze u
Pflanzengewebe, in denen nicht wenigstens Spuren von Fett oder Oel vorkämen.

Sie sind in ihrer chemischen Constitution erkannt. Meist sind sie Gemische aus Gl
äthern der Palmitin-, Stearin- und Oelsäure. Beim Kochen mit Kali- oder Natronlau
steht aus den Fetten ein Alkohol: Glycerin $C_3 H_5 \begin{cases} OH \\ OH \\ OH \end{cases}$ und fettsaure Salze der
metalle, indem das Fett durch Wasseraufnahme in die Fettsäure und den Alkohol
Man bezeichnet z. B. das Stearin, ein festes Fett, als Glyceryltristearat oder Tristeari
Glycerin, in welchem durch das Radical der Stearinsäure (v. u.) die 3 Atome Wa
des Hydroxyls (OH) ersetzt sind:

$$\text{Glycerin: } C_3 H_5 \begin{cases} OH \\ OH \\ OH \end{cases}; \quad \text{Tristearin: } C_3 H_5 \begin{cases} O\text{-}C_{18} H_{35} O \\ O\text{-}C_{18} H_{35} O \\ O\text{-}C_{18} H_{35} O \end{cases}$$

Die fetten Säuren, von denen viele in Thier- und Pflanzenzellen fertig gebild
kommen, bilden eine ziemlich grosse Reihe. In den natürlichen Fetten kommen mei
rere von ihnen vor.

Die Zusammensetzung der Fettsäuren zeigt die allgemeine Formel: $C_n H_{2n} O_2$
den Säuren dieser Reihe, welche aus den Fetten abgeschieden werden können: e
liche Fettsäuren, finden sich im Safte der Pflanzenzelle noch andere Säuren v
gleichen Zusammensetzungs-Schema in reichlicher Menge vor, die flüchtigen
säuren, die sich durch einen höheren Sauerstoffgehalt auszeichnen und vielleicht
stufen für die Bildung der eigentlichen Fettsäuren aufzufassen sind. Sie bilden eine
folge, bei welcher der Sauerstoffgehalt im Verhältnisse zu den beiden übrigen Elem
und H immer mehr abnimmt:

I. Flüchtige Fettsäuren:

Ameisensäure . .	$C H_2 O_2$
Essigsäure . . .	$C_2 H_4 O_2$
(Propionsäure) .	$C_3 H_6 O_2$
Buttersäure . .	$C_4 H_8 O_2$
(Valeriansäure) .	$C_5 H_{10} O_2$
Capronsäure . .	$C_6 H_{12} O_2$
Oenanthylsäure .	$C_7 H_{14} O_2$
Caprylsäure . .	$C_8 H_{16} O_2$
(Pelargonsäure) .	$C_9 H_{18} O_2$
Caprinsäure . .	$C_{10} H_{20} O_2$

II. Eigentliche Fettsäuren:

Laurinsäure . .	$C_{12} H_{24} O_2$
Myristinsäure . .	$C_{14} H_{28} O_2$
Palmitinsäure . .	$C_{16} H_{32} O_2$
Stearinsäure . .	$C_{18} H_{36} O_2$

Meist kommt mit diesen Säuren auch die Oelsäure gemischt vor, welche jedo
anderen, aber sehr nahe verwandten Gruppe organischer Säuren angehört:

Oelsäure (Oleinsäure) $C_{18} H_{34} O_2$

Die Fette treten theils vertheilt durch das ganze Pflanzenparenchym auf, theils in gessen Pflanzenorganen angehäuft, namentlich in den Samen.

Man unterscheidet je nach der Consistenz Fette und Oele. Unter den pflanzlichen etten stehen obenan die sehr feste Cacaobutter, ein Gemisch der Glycerinäther der earin- und Palmitinsäure; das butterartige Palmöl, bestehend aus den Glycerinäthern er Palmitin- und Oelsäure, und die weiche Cocosnussbutter, in welcher der Glycerinher der Coccinsäure mit dem der Oelsäure verbunden ist. Von den pflanzlichen Oelen wird as Olivenöl (mit Oelsäure und Palmitinsäure) vielfach als Nahrungsmittel benützt. In dem andel- und Rapsöl findet sich nur Oelsäure.

Die grosse Reihe weiterer chemischer Stoffe, welche in der Pflanze erzeugt werden, nnen zwar unter Umständen auch zu den Zwecken des thierischen Organismus verwendet erden, sie treten jedoch theilweise ihres hohen Sauerstoffgehaltes wegen in ihrer Bedeuing für das Bestehen der thierischen Zelle so sehr in den Hintergrund, dass wir sie hier ich übergehen können.

Werfen wir dagegen, ehe wir diesen Gegenstand verlassen, noch einmal einen schliesschen Blick auf die Art der Entstehung der pflanzlichen organischen Stoffe.

Es unterliegt kaum einem Zweifel, dass der höchst zusammengesetzte chemische Pflanenstoff: das Albumin erst nach vollkommener Ausbildung der Pflanze als höchstes und tztes Produkt ihrer chemischen Thätigkeit gebildet wird. Wir finden darum dasselbe in rzüglicher Menge in den Pflanzensamen stets neben einer reichlichen Menge von Stärkeehl. Die entstehende, noch unentwickelte Pflanze findet in diesen beiden Stoffen das Maerial zur Bildung ihrer Organe, die alle Eiweiss und meist aus Stärkemehl entstandene ohlehydrate enthalten, in hinreichender Menge schon fertig gebildet vor. Die Pflanze erbaut ich aus diesen beiden Stoffen, indem sie Zelle auf Zelle entstehen lässt. Endlich hat sie die usbildung erreicht, die sie bedarf, um selbständig an die Herstellung neuer organischer Stoffe aus den Elementen gehen zu können. Wenn sich die ersten Blättchen und die Wurzel gebildet haben, beginnt die Pflanze ihr selbständiges Leben. Dieses besteht vor allem in iner Aufnahme von Kohlensäure, Wasser und Ammoniak und in einer correspondirenden Abgabe von Sauerstoff an die umgebende Luft zum Beweise, dass nun jene Processe der Reduction im Innern der Pflanzenzellen stattfinden, auf denen in Verbindung mit den Vorgängen der Synthese und Substitution die Bildung der organischen Stoffe beruht.

Es ist klar, dass die Pflanzenstoffe, da sie alle Kohlenstoff enthalten, den ihnen die eingeathmete Kohlensäure liefert, als mehr oder weniger veränderte Kohlensäureatome angesehen werden müssen. So kann man z. B. den Zucker in seiner einfachsten empirischen Formel als Kohlensäure auffassen, in welcher 1 Aeq. Sauerstoff vertreten ist durch 2 Aeq. Wasserstoff (LIEBIG):

Kohlensäure:	Traubenzucker:
$C\,^{O}_{O}$	$C\,^{H_2}_{O}$

Die Kohlensäure wird also bei der Bildung der organischen Stoffe nicht zerlegt, sondern es werden nur ihre Bestandtheile ausgetauscht. Die organischen Säuren in den Pflanzen, die Oxalsäure, Aepfelsäure, Citronensäure etc. pflegt man als Zwischenglieder anzusehen zwischen der Kohlensäure, dem Zucker, Stärkemehl und Cellulose, welche den allmählichen Uebergang der Kohlensäure in einen Pflanzentheil vermitteln. LIEBIG hat gezeigt, dass rückwärts aus Zucker Weinsäure durch Sauerstoffaufnahme gebildet werden kann. Weinsäure und Aepfelsäure, die in einander übergeführt werden können, kommen z. B. in reifenden Trauben vor der Zuckerbildung in reichlicher Menge vor. Für die Erzeugung der Albuminate in den Pflanzen finden wir in den Nährpflanzen, die am reichsten daran sind, keine stickstoffhaltige Substanz, ausser Ammoniak, an die wir ihre Bildung knüpfen könnten. Es entsteht vielleicht durch die Vereinigung von Ammoniak mit Zucker und unter Austreten von Wasser und Sauerstoff, indem noch in irgend einer Weise sich Schwefel mit diesem Atomcomplex vereinigt (LIEBIG). Nach den Angaben von PASTEUR u. a., welche LIEBIG bestreitet, könnte

wenigstens die Hefe (also ohne Sauerstoffausscheidung) ihre Albuminate bilden in Mis
welche weinsaueres Ammoniak, Zucker und die Aschenbestandtheile der Hefe enth

Die Thierzelle.

Wir sehen das Leben der Pflanze an einen innigen Wechselverk
Atmosphäre und Boden geknüpft; ebenso kann das thierische Lebe
ohne eine beständige Verbindung mit diesen Agentien bestehen.

Der Verkehr der Pflanze und des Thieres mit Luft und Erde erschein
zunächst im innersten Wesen verschieden.

Während die grünen Pflanzenorgane Luftbestandtheile — CO_2 und H_2
sich aufnehmen, um organische, hochzusammengesetzte Stoffe daraus zu
bedarf das Thier der Luft, um die complexen organisch-chemischen Besta
seines Leibes mit Hülfe des Sauerstoffes zu einfacheren Gebilden zu ze
Während die Pflanzen der Luft Kohlensäure entziehen und ihr dafür Sa
zurückgeben, nehmen dagegen die Thiere Sauerstoff aus der Atmosphär
ein, um ihn vorzüglich als Kohlensäure und Wasser wieder auszuscheide
Kohlenstoff dieser Kohlensäure, der Wasserstoff dieses Wassers stammt
umgesetzten Geweben, deren aus den Pflanzen in der Nahrung aufgen
Stoffe sich zersetzen unter der Einwirkung des in der Athmung aufgeno
Sauerstoffs. In der Pflanze sind die chemischen Verbindungen, welche de
körper zusammensetzen, aus Kohlensäure entstanden, sie sind mehr oder
veränderte Kohlensäureatome, in denen Sauerstoff durch andere Elementars
deren Verbindungen ausgetauscht wurde. In dem animalen Körper ver
sie sich unter Wiederaufnahme von Sauerstoff wieder rückwärts in Kohle
atome in das, was sie ursprünglich waren. Es entstehen wieder die e
Nährstoffe der Pflanzenzelle, oder wenigstens Stoffe, welche nach der T
vom thierischen Organismus sehr leicht und rasch in dieselbe sich umbild
die grüne Pflanze ist die Luft Hauptnahrungsmittel; für das Thier ist
mittlerin seines Stoffumsatzes, auf welchem alle seine activen Lebensthät
seine Wärme und Elektricitäts-Production, die Möglichkeit seiner mech
Kraftleistungen beruht.

Die Haupt-Lebenserscheinungen der chlorophyllhaltigen Pflanzenz
geknüpft an einen Austritt von Sauerstoff; die Haupt-Lebensersche
der Thierzelle an eine Aufnahme von Sauerstoff.

Bei der grünen Pflanzenzelle führen die Momente, welche der Gr
Sauerstoffaustrittes sind, zu einer Massenzunahme; die Sauerstoffa
der thierischen Zelle führt zu einer Zersetzung ihrer Stoffe, und damit
Abnahme an organischen Bestandtheilen.

Von einem erwachsenen menschlichen Organismus, von einem Mitte
von etwa 130 Pfund, werden im Tage 700 bis 1000 Grammen Sauerstoff au
men, im Jahre also etwa 500 bis 700 Pfund (1 Pfund = 500 Gramm), die an
bestandtheile gebunden den Organismus wieder verlassen. Bedenken w
der menschliche Körper sich zu etwa zwei Dritttheilen aus Wasser (58,
sonstigen unorganischen Stoffen zusammengesetzt zeigt, welche eine höhe
dation nicht mehr zulassen, so ist es klar, dass der eigentlich organische T
Körpers in kürzester Zeit vollständig in Luft aufgelöst wäre, wenn nicht

ndigen Verlust, den er erleidet, ihm eben so beständig Ersatz von aussen en würde. Wir sehen, dass der thierische Organismus darauf angewiesen fort und fort Nahrung sich zuzuführen, durch welche der erlittene Verlust glichen wird. Dieses Ausgleichen ist unter normalen Verhältnissen so voll- dig, dass nach Ablauf eines Jahres der erwachsene Körper kaum eine Ge- tsveränderung erlitten hat.

Obwohl das Thier seinen Körperkohlenstoff in Kohlensäure verwandelt und beständig an Stelle des verzehrten Sauerstoffes der Atmosphäre übergiebt, nt trotzdem der Kohlensäuregehalt der Luft, der auch durch Verbrennung und sung von Pflanzenstoffen, durch vulkanische Ursachen sowie durch die gkeit der chlorophyllfreien Pflanzen und Pflanzenorgane dasselbe Gas fort- d zuströmt, im Allgemeinen nicht zu, ihr Sauerstoffgehalt nicht ab. Ohne lanzenvegetation wäre dies Gleichbleiben der Zusammensetzung der atmo- schen Luft unmöglich. Durch die Thätigkeit der grünen Pflanzen im Lichte der Luft wieder alle zugeführte Kohlensäure vollständig entzogen und dafür rstoff zurückgegeben, so dass, wie gesagt, die Zusammensetzung der Luft, ab- n von localen Störungen, im Grossen und Ganzen niemals eine erkennbare lerung zeigt. Um die 700—1000 Gramm Sauerstoff der Luft zurückzu- , welche der Mensch in in einem Tage zur Athmung verbraucht, muss die Pflanzenvegetation 33—40 Pfund Cellulose oder Pflanzenfaser aus Koh- ure und Wasser gebildet werden.

Alle Stoffe, welche das Thier in sich aufnimmt, stammen aus dem Pflanzen- . Auch das fleischfressende Thier bezieht seine Nahrung mittelbar von der nze. Es erhält von dem pflanzenfressenden Thiere, das ihm zur Nahrung , seine Körperbestandtheile bereits fertig gebildet, gleichsam in concentrirter m. Der Pflanzenfresser hat sich die betreffenden Stoffe aus dem Pflanzenreiche gnet, zwar ebenfalls schon in einer Form, um sie direct zum Ersatz seines ndigen Stoffverlustes brauchen zu können, aber noch gemischt mit chemi- Verbindungen, welche theils geringen, theils gar keinen Nahrungswerth tzen.

So gestaltet sich also die Ernährung der Thiere in wunderbarer Einfachheit. Thier erhält in seiner Nahrung die Hauptbestandtheile seines Körpers bereits gebildet; seine Nahrung enthält die Stoffe schon so zubereitet, dass sie sich t in seine Organe verwandeln können.

Der animale Organismus ist im Stande, alle seine Bedürfnisse an organischen rstoffen auf Kosten des Eiweisses zu befriedigen. Das Eiweiss, die Albuminate, höchsten Producte der assimilirenden Thätigkeit der Pflanzenzelle, enthalten anderen Stoffgruppen gleichsam implicite in sich. Aus dem Eiweiss können die im Thierkörper vorkommenden Kohlehydrate und Fette bilden, es ent- n aus seiner organischen Zersetzung die stickstoffhaltigen Körperstoffe, welche Theil noch verwendbare Spannkräfte für die Krafterzeugung des Thieres ent- . Alle verbrennlichen Bestandtheile des thierischen Leibes sind bei der isen Ernährung mit Albuminaten als veränderte Eiweissatome zu betrach- ganz so wie die Bestandtheile der Pflanze veränderte Kohlensäureatome sind.

Bei der gemischten Nahrung der Thiere besteht nur der Unterschied, dass neben Albuminaten auch noch die Vorstufen der Bildung desselben in den nzenzellen (Kohlehydrate und Fette etc.) direct aufgenommen werden, die bei

Eiweisskost allein aus der Rückbildung der Albuminate entstehen. Wie sie a
in den Organismus gelangen, ist für ihre Verwendung in demselben gleichg

Das Wasser und die anorganischen Salze, welche sich in den thierisch
Organen finden: die phosphorsauren Alkalien und Erden (Kalk
Bittererde), die kohlensauren Erden, Chlorkalium und Chlornatri
schwefelsaure Alkalien, Eisen und Kieselerde stammen theils
aus der von den Pflanzen entlehnten Nahrung, in der sie stets vorhanden s
theils werden sie im Trinkwasser, das sie gelöst enthält, aus dem Boden
genommen.

Der Leib der Thiere und Menschen wird also durch Vermittelung der Pfla
aus Kohlensäure, Wasser und Ammoniak nebst einigen anorganischen Stoffe
Erdrinde erzeugt; die chemische Grundlage des thierischen Lebens sind die
standtheile der Luft und der Erde.

Die Pflanze bildet, wie wir oben sahen, die organischen Stoffe zunächst aus den
Nährstoffen, die ihr Luft und Erde zuführen, durch Austausch der Bestandtheile unte
scheidung von Sauerstoff, in ganz analoger Weise findet unter Aufnahme
Sauerstoff in dem Thiere umgekehrt die regressive Stoffmetamorphose statt, welche
der zu den Anfangsgliedern der Stoffbildung in der Pflanze zurückführt.

Man hat, wie gesagt, diesen Process der Abscheidung des Sauerstoffs durch die Pflanze
der Bezeichnung Reduction, den Vorgang der Sauerstoffaufnahme von Seite der Thiere
die damit verknüpfte Stoffzersetzung mit der Bezeichnung Oxydation belegt. Es wäre
falsch dabei an eine gewöhnliche Verbrennung zu denken. Der Vorgang der Verb
des Sauerstoffs mit den verbrennlichen Elementen des thierischen Körpers ist ganz and
und sehr verschieden von den gewöhnlichen Verbrennungsprocessen, nie wird im l
Körper Kohlensäure erzeugt durch direkte Verbindung des Kohlenstoffs mit Sau
Denselben Weg, den die Stoffbildung in der Pflanzenzelle aufwärts macht, durchläu
Wesentlichen der Vorgang der Stoffzersetzung im Thiere rückwärts, indem sich in
Fällen die Bestandtheile gegen einander austauschen.

Bestandtheile des Thierkörpers.

Albuminate.

Man nimmt gewöhnlich an, dass das höchste Produkt der chemischen Thätigke
Pflanzenzelle das Eiweiss sei in seinen verschiedenen oben besprochenen vegetabil
Modificationen.

Die Entdeckung des Lecithins (Hoppe-Seyler) in den Getreidesamen und Legumin
welches wir als ein Zersetzungsprodukt des Vitellins (und des Protagons) k
lernen werden, deutet vielleicht darauf hin, dass auch in den Pflanzenzellen noch h
Combinationen des Eiweisses vorkommen, wofür auch die sogenannten Eiweisskrysta
Pflanzenorganen sprechen mögen.

Soviel ist gewiss, dass der animale Organismus (des Fleischfressers) im Stande ist
Bedürfnisse seines Stoffwechsels und seine ganze Ernährung mit Albumin als einzige
ganischen Nährstoffe zu bestreiten, und dass er ganz ohne Albumin sich nicht erhalten
Wir werden sonach mit Recht unsere chemische Betrachtung der thierischen Zelle, in
cher wir uns vor allem an von Gorup-Besanez anschliessen werden, mit den Eiweiss
beginnen als mit der wesentlichsten chemischen Grundlage des animalen Lebens.

Die im animalen Organismus sich findenden Albuminate stammen, so viel bis jet

lle aus den in der Nahrung zugeführten Albuminaten, im letzten Grunde alle also vegetabilischen Eiweissstoffen.

t aber die Albuminate in den animalen Organismus eingeführt und hier Verwendung nnen, müssen sie zunächst eine durchgreifende Umänderung ihrer chemischen und schen Eigenschaften erfahren. Es findet durch die Verdauungssäfte eine Umwand- Albuminate statt in:

in-Peptone. Eine der wichtigsten Eigenschaften der normalen Albuminate für den nus ist die, dass sie mit Wasser keine diffundirbaren Lösungen bilden, sie sind bstanzen (GRAHAM), welchen die Fähigkeit fast absolut mangelt, auch wenn sie, meist von Salzen, eine Lösung darstellen, durch endosmotischen Verkehr Membranen dringen. Sie ertheilen dadurch dem Protoplasma der Zellen die Fähigkeit, sich ver- mässig selbständig gegen wässerige Lösungsmittel zu erhalten. Dieser Mangel der sfähigkeit würde aber auch die gelösten Eiweissstoffe zur Ernährung, die eine tische Durchdringung der zu ernährenden Organe voraussetzt, unfähig machen. h die Eiweiss-Verdauung wird den gelösten Albuminaten die Fähigkeit zur Diffusion und auch in festem Zustand aufgenommene Albuminate in verhältnissmässig leicht rende Lösungen verwandelt (cf. Fermente). Diese leicht diffundirenden Albuminate, m animalen Organismus wieder in die schwer diffundirbaren Modificationen verwan- den, haben den Namen Pepton oder Peptone erhalten. Sie finden sich im Magen und rm während der Verdauung. Es sind amorphe, weisse, geruchlose Körper, welche mit Schwankungen in der Zusammensetzung und den Eigenschaften (MEISSNER's a-, b- und) den Albuminaten selbst in der procentischen Zusammensetzung sehr nahe stehen ihnen identisch sind. Ihre Lösungen sollen schwachsauren Charakter haben und den polarisirten Lichtstrahl stark nach links. Ihre erste Haupteigenschaft ist ihre sfähigkeit (FUNKE). Setzen wir den Diffusionswiderstand durch Membranen (en- sches Aequivalent) des gelösten Albumins = 100, so beträgt der des Peptons nur 7—10 Eine zweite Haupteigenschaft der Peptone ist die, dass sie die Eigenschaft der Fäll- nter vielen im Organismus gegebenen Bedingungen verlieren. Die Peptone werden efällt, wordurch sie sich von den Albuminaten unterscheiden: durch Kochen, durch te Mineralsäuren, durch Essigsäure, durch schwefelsaures Kupferoxyd, durch Eisen- und Ferrocyankalium. Alkohol erzeugt in concentrirten, neutralen Lösungen flockigen chlag, der in verdünntem Weingeist löslich ist. Gerbsäure, Chlor und Jod, Queck- lorid, salpetersaures Silberoxyd, in sauerer Lösung glyco- und taurocholsaueres fällen die Peptone wie die Albuminate. Als charakteristische den Albumi- angehörige Reaktionen sind noch zu nennen: 1) Mit salpetersauerem Queck- yd und etwas salpetriger Säure erwärmt färben sie sich schon bei 60⁰—100⁰C MILLON's Reaktion). Diese Reaktion ist identisch mit der auf Tyrosin, das als Zer- sprodukt der Albuminate auftritt. 2) Mit Salpetersäure färben sich die Peptone Albuminate gelb (Xanthoproteinreaktion), Alkalien verwandeln diese Far eine rothe. 3) Mit Kupferoxyd und Kali geben die Peptone eine violette Lösung. bei der Magenverdauung gebildetes Zwischenprodukt: Parapepton (MEISSNER) ist heinlich identisch mit dem Syntonin (cf. dieses). Die Peptone entstehen ausser in rdauung auch noch durch fortgesetztes Kochen oder Kochen bei erhöhtem Druck, ei der Fäulniss (MEISSNER) sollen Peptone oder ihnen ganz analoge Stoffe entstehen, bei der Einwirkung von Ozon auf Albuminate (VON GORUP-BESANEZ). Bei der Ver- wird auch der Leim in ein Leimpepton umgewandelt, das sich von dem Leim en Mangel des Gelatinirungsvermögens unterscheidet und auch (langsamer) durch ver- Säuren entsteht. Wie diese letzteren zieht der saure Magensaft aus den leim- und ngebenden Geweben Leim und Chondrin aus, und zwar rascher als die Säure allein. s Mucin hat man ein leichtdiffundirbares Mucinpepton dargestellt durch Kochen, n aber noch nicht erwiesen ist, dass es auch bei der Verdauung entsteht, anderweitig es im Körper (in Ovarialcysten) dagegen schon nachgewiesen (VON GORUP-BESANEZ).

Aus den Albuminpeptonen scheinen sich in den Organen rückwärts die schwerd
dirbaren Albuminate zu bilden.

Die Albuminate lenken in wässeriger Lösung alle den polarisirten Lichtstrahl nach
ab. Durch trockene Destillation, oxydirende Agentien, Säuren und Alkalien, Faulni
Pancreas-Verdauung) entstehen aus ihnen eine Menge von Zersetzungsprodukten, d
Ameisen- und Essigsäure, Benzoësäure, Bittermandelöl und zwei krystallisirte st
haltige Verbindungen: Leucin und Tyrosin u. a. m. Harnstoff findet sich unter ihren
lichen Zersetzungsprodukten nicht. Sie geben die MILLON'sche und die Xanthopecteinr
färben sich in kaustischen Alkalien gelöst mit Kupfervitriollösung violett (cf. Pepton
mikroskopische Reagentien sind brauchbar vor allem 1) Iodlösung, welch
in der Kälte die (festen) Eiweissstoffe, Zellen etc. intensiv gelbbraun färbt. 2) Mit Z
und Schwefelsäure färben sich feste Albuminate purpurviolett; 3) mit m
dänsäurehaltiger Schwefelsäure färben sie sich schön dunkelblau (FRÖHDE).

Albumin und seine Varietäten:

a. **Serumalbumin**, C 53,5; H 7,0; N 15,5; O 22,4; S 1,6%, ist einer der verbre
Stoffe im Thierorganismus, im Blut, Chylus, Lymphe, Colostrum, Milch, in allen
Flüssigkeiten, in den Flüssigkeiten des Fleisches und Zellgewebes, den GRAAF'sche
chen, Amniosflüssigkeit etc. pathologisch: in Transsudaten, Eiter, Harn. Den N
vergleiche man bei Harn. Im Allgemeinen geschieht derselbe durch Kochen schwach
Lösungen oder durch Fällung mit Salpetersäure, wobei sich das Eiweiss in weissen
ausscheidet.

b. **Eieralbumin, Eierweiss**, im Weissen der Vogeleier enthalten, als concentrirte
eingeschlossen in durchsichtige, häutige Fachräume; beim Schütteln mit Wasser
die Membranen als flockige, weisse Masse zu Boden. Es lenkt den polarisirten Lic
weniger ab als Serumalbumin, dem es sich sonst sehr ähnlich verhält. Unter d
oder in Venen von Thieren injicirt, erscheint es im Harn unverändert wied
Serumalbumin nicht thut. In Ovarial-Cysten hat man noch zwei weitere Modifi
des Albumins gefunden: Paralbumin und Metalbumin meist neben Mucin, das
Flüssigkeiten eine schleimige Consistenz ertheilt.

Faserstoff, Fibrin, in 100 Theilen C 52,7; H 6,9; N 15,4; S 1,2; O 23,8. Aus de
Chylus, Lymphe, pathologisch aus einigen Transsudaten scheidet sich »spontan« der
stoff aus. Seine spontane Abscheidung, seine Löslichkeit in Salpeterwasser charakt
ihn. Er ist eine Fällung, welche durch gegenseitige Einwirkung zweier Albumin
brinogene und fibrinoplastische Substanz (zwei Paraglobuline) entsteh
Faserstoff zersetzt Wasserstoffhyperoxyd unter lebhafter Sauerstoffentwickelung.

Myosin (KÜHNE), Bestandtheil des Muskelplasmas, aus dem es sich bei dem Abster
Muskels als gallartiges Gerinnsel abscheidet. Auch im Eiter im Axencylinder der Nerv
im Protoplasma der Zellen soll Myosin enthalten sein. Es zersetzt Wasserstoffsupero
Fibrin. Durch verdünnte Säuren wird das Myosin zunächst zur Gerinnung gebracht,
seine Ausscheidung beim Absterben der Muskeln, wobei durch Fleischmilchsäure d
kelsaft sauer wird, beruht. In Säuren (verdünnten) und Alkalien löst sich das Myosin
auch in verdünnten Kochsalzlösungen; concentrirte (10—20%) fällen es. Die Lösun
Myosins in verdünnten Säuren enthalten

Syntonin, Säurealbuminat, wohl identisch mit dem Parapepton MEISSNER's. Es
aus allen Albuminaten unter Salzsäureeinwirkung. Es ist in verdünnten Alkalien
1 pro mille Salzsäure (Magensaft) leicht löslich und fällt aus beiden Lösungen bei d
sichtigen Neutralisiren heraus genau wie das Neutralisationspräcipitat, Par
bei der Magenverdauung. Es zersetzt Wasserstoffsuperoxyd nicht. Das Syntonin
Eiweisskörper in dem Infusum carnis frigide paratum s. LIEBIG (cf. Nahru
tel). Es wird durch concentrirtere Kochsalzlösungen gefällt.

Casein, Käsestoff, findet sich in der Milch aller Säugethiere, in geringen Meng
in allen eiweisshaltigen alkalischen thierischen Flüssigkeiten. Der Käsestoff ist in d

durch Kali gewissermassen gelöst, man hält ihn für Kalialbuminat. Die Eiweissstoffe liefern, wie uns Syntonin und Casein lehren, Verbindungen sowohl mit Säuren als Alkalien, von denen die ersteren (Säurealbuminate, Syntonin) durch verdünnte Alkalien (resp. Neutralisiren), die letzteren (Alkalialbuminate, Casein) durch verdünnte Säuren gefällt werden können. Die alkalische Milch gerinnt beim Kochen nicht, sie thut das erst, wenn sie spontan durch Säurezusatz (Milchsäure, Essigsäure) schwach sauer geworden ist. Bei dem Kochen an der Luft bildet Milch eine **Haut** von unlöslich gewordenem Casein. Milch mit frischem (oder getrocknetem) Kälberlabmagen bei 40% digerirt scheidet alles Casein aus, wahrscheinlich durch Milchsäurebildung aus Milchzucker.

Paraglobulin. Fibrinoplastische Substanz. Krystallin, Globulin. Wenig von einander verschieden, ihre procentische Zusammensetzung; C 54,5; H 6,9; N 16,5; S 1,2; O 20,9. Paraglobuline (Globuline) finden sich als wesentliche Bestandtheile des Bluts, in Serum und in den Blutkörperchen, Chylus, Eiter, in serösen Transsudaten meist nur spurweise, dann in der Krystalllinse (Krystallin). Darstellung: Wird Paraglobulinlösung, z. B. Blutserum, stark mit Wasser verdünnt und Kohlensäure eingeleitet, so entsteht Trübung und beim Stehen flockiger Niederschlag, den man mit kohlensäurehaltigem Wasser auf dem Filter auswaschen kann. Es löst sich ziemlich vollständig wieder beim Schütteln mit Wasser und Luft. Das sonstige chemische Verhalten der Paraglobuline ist fast ganz das des Albumins. Charakteristisch ist das Verhalten gegen Flüssigkeiten, welche keine fibrinoplastische, sondern nur fibrinogene Substanz enthalten wie die Mehrzahl der pathologischen Transsudate. Setzt man zu diesen Transsudaten Lösung von fibrinoplastischer Substanz (z. B. Blut), so erfolgt meist sofort Gerinnung, Ausscheidung von Fibrin. Darauf beruht auch die Fibringerinnung der Transsudate im lebenden Körper bei Blutzutritt z. B. nach Punktion.

Fibrinogen, Metaglobulin, findet sich im Blutplasma im Chylus und serösen Transsudaten, in seinem Verhalten stimmt es fast ganz mit dem Paraglobulin überein. Es zersetzt Wasserstoffsuperoxyd lebhaft. Setzt man aber zu einer Fibrinogen enthaltenden Flüssigkeit fibrinoplastische Substanz, so erfolgt eine Gerinnung von Fibrin (cf. Fibrin).

Als unvollständig gekannte Albuminate (v. Gorup-Besanez) sind zu nennen das Panum'sche Acidalbumin, das durch Einwirken von Säuren auf Albumin entsteht, wahrscheinlich identisch mit dem eben angeführten Syntonin.

In degenerirten Lebern (Wachsleber) und Milzen (Speckmilz) fand Virchow einen eigenthümlichen Eiweisskörper (?): Amyloid, der seinen Namen daher hat, dass er einige Aehnlichkeit in den Reactionen mit Amylum zeigt, er färbt sich mit Iodtinktur roth-violett. Er fand sich ausser in den genannten Drüsen hie und da auch im Gehirn, im Ependyma ventriculorum, Rückenmark, Ganglion Gasseri, dem atrophirten Nervus opticus.

Produkte der Albuminsynthese.

Es wurde oben erwähnt, dass man dem animalen Organismus, wie dem der Pflanzen, die Fähigkeit der Assimilation, d. h. der Bildung höher zusammengesetzter chemischer Stoffe aus einfacheren zuschreibt. Solche Beispiele der Synthese sind die Verbindungen der Benzoësäure mit Glycin zu Hippursäure. Hypothesen über die Synthese des Albumins aus seinen Spaltungsprodukten, unter denen Leucin und Tyrosin auftreten, verdienen hier keine Berücksichtigung, dagegen behauptet man mit mehr Grund, dass das Haemoglobin, der normale Blutfarbestoff und das Vitellin und seine Analoga synthetische Produkte der animalen Zelle seien, da sie bei ihrer Spaltung neben anderen Stoffen Albuminat liefern.

Das Haemoglobin, auch Haemoglobulin oder Haematoglobulin genannt, hat folgende procentische Zusammensetzung: C 54,00; G 7,25; N 16,25; Fl 0,42; S 0,63; O 21,45. In dem Haemoglobin aus dem Blute der Gans fand Hoppe-Seyler 0,77 Phosphorsäure. Das Haemoglobin verschiedener Blutarten hält Hoppe-Seyler für chemisch verschieden. Von den Albuminaten unterscheidet es sich durch seinen Eisengehalt und durch seine Krystallisirbarkeit. Es ist von der grössten Wichtigkeit für die Respiration. (cf. Blut, wo auch die optischen

Eigenschaften.) Durch Hitze, Alkohol, Alkalien, Säuren, auch die schwächsten durch Kohlensäure bei Gegenwart von viel Wasser, zerfällt es zu einem in manc sicht den Globulinen nahestehenden, aber in sauerstoffhaltigem Wasser unlösliche minat, neben welchem zugleich ein eisenhaltiger Farbstoff, Haematin, entsteht, geringer Menge Ameisensäure und Buttersäure.

Das Vitellin liefert nach Hoppe-Seyler's Vermuthung bei seiner Zersetzung Eiweiss cithin. Es ist Bestandtheil des Eidotters; es ist ebenfalls krystallisirbar. Analoge Stoff schiedenen Eiern werden als Ichthin, Ichthidin und Emydis bezeichnet (cf. Chemie d Es mögen noch andere ähnlich hochcomplicirte Stoffe im animalen Körper vorkomm sind bisher keine weiteren dargestellt oder nur sicher vermuthet. Das Auffallen diesen beiden Stoffen ist ihre Krystallisirbarkeit. Halten wir an ihrer synth Entstehung aus Eiweiss und den genannten Paarlingen fest, so bekommen wir da würdige Resultat, dass sowohl durch Synthese als durch rückschreitende Metamorph den Albuminaten Stoffe entstehen, die ihrer Krystallisirbarkeit wegen nicht mehr websbildung tauglich erscheinen. Dem vom Lecithin getrennten Eiweissstoff des gab man bisher diesen Namen.

Producte der regressiven Metamorphose des Albumins.

I. Albuminoide.

Durch die ersten Vorgänge der rückschreitenden Metamorphose entstehen aus de minaten die sogenannten Albuminoide, die den Eiweisskörpern in ihrer Zus setzung noch nahe stehen. Sie sind unter einander verschiedener als die Eiweissstoffe enthalten keinen Schwefel mehr. Sie sind unkrystallisirbar und (ohne wesentliche derungen z. B. in der Verdauung) unfähig wahre Lösungen zu bilden (Colloidsubst Durch Zersetzung liefern die folgenden wie die Albuminate Tyrosin und Leucin i licher Menge.

Das Mucin, Schleimstoff. Man gab ihm die procentische Zusammensetzung: H 7,0; N 12,6; O 28,2. Es findet sich im Sekret der Schleimhäute und im foetalen Binde (Rollett). Es verleiht den Flüssigkeiten, in denen es auch nur in geringer Menge a ist, eine zähe, klebrige, fadenziehende Consistenz. Nachweis: Es wird durch Ess gefällt, es bildet dabei starke flockige Trübung und Ausscheidung, im Ueberschuss d lungsmittels unlöslich. Dagegen löst sich der Niederschlag durch Salpetersäure in Ueberschuss derselben leicht und vollständig schon in der Kälte. Ebenso verhält sich gegenüber Salzsäure, Schwefelsäure, dreibasische Phosphorsäure. Kochen bewirkt Coagulation noch Trübung. Mucin ist als solches eine colloide Substanz, d. h. es ist zur Diffusion. Durch andauerndes Kochen einer alkalischen Lösung von Weinbergschn schleim konnte Eichwald sein sogenanntes Schleimpepton darstellen, das mit Ess keinen Niederschlag mehr gibt, aber durch Alkohol gefällt wird und in wässeriger leicht diffundirt. Es wäre vielleicht möglich, dass ein derartiges Schleimpepton a der Verdauung entsteht, wodurch ein Theil des Schleims wieder resorbirbar wird. die Albumin- und Leimpeptone, die bei der Verdauung auftreten, können künstlich anhaltendes Kochen (Meissner) dargestellt werden, sodass auch hier Kochen und Ver die gleichen Produkte liefern, doch ist die Schleimverdauung noch nicht erwiesen.

Hornstoff, Keratin. Aus ihm bestehen die Horngewebe: Epidermisschüppchen de haut, Nägel, Haare, Hörner, Federn. Die Epidermis besteht in 100 Theilen aus: C H 6,76; N 17,21; O 25,01; S 0,74. Sehr ähnlich ist die Zusammensetzung der übrigen gewebe. Keratin ist nur in heissen Alkalien löslich, es liefert bei seiner Zersetzung und Tyrosin.

Die leimgebende Substanz, Collagen, wird durch Kochen in Leim, Glutin, verwand sich in kochendem Wasser schleimig löst, in kaltem aber zu einer Gallerte gesteh leimgebende Stoff ist zur Herstellung der Zwischenzellenmaterie des meisten Bindeg

ndet. Der Leim besteht in 100 Theilen aus: C 50,76; H 7,15; N 18,32; S 0,56; O 23,21. rhält ihn durch längeres Kochen der Knochen, Sehnen, des lockigen Bindegewebes, horns, Kalbsfüsse, Fischschuppen, Leder etc. mit Wasser. SCHERER fand in leukämi- Blute einen Stoff, der sich wie Glutin verhielt. Schwefelsäure und kaustische Alkalien zen das Glutin unter Bildung von Leucin, Glycin (Glycocoll = Leimzucker), und Ammo- Die wässerige Lösung dreht den polarisirten Lichtstrahl nach links. Alkohol und ure schlagen den Leim nieder. Um Leim nachzuweisen, muss man die zerklei- Masse 6—12 Stunden unter Erneuerung des verdampfenden Wassers kochen, die g heiss filtriren und einen Theil im Wasserbad genügend concentriren, bei dem Er- gesteht der Rest der Flüssigkeit gallertig, wenn sich Leim gebildet hat, das einzig Erkennungszeichen des Leims. Der Leim hat in wässeriger Lösung nicht die Fähig- diffundiren. Durch die Verdauung im Magen und Darm wird es jedoch in eine dirbare Lösung verwandelt, welcher die Fähigkeit zur Gerinnung mangelt: Leim- on. Aus den leimgebenden und chondringebenden Geweben entsteht durch Schwefel- t das ganz unlösliche Elastin, welches bei seiner Zersetzung viel Leucin und wenig gibt.

Chondrigene Substanz schliesst sich an die leimgebende an. Die permanenten Knor- der embryonale Knorpel, die Enchondrome liefern beim Kochen eine leimähnliche anz, die wie Glutin in heissem Wasser sich löst, in kaltem gallartig gerinnt: Knor- im, Chondrin. Er ist in 100 Theilen zusammengesetzt aus: C 49,93; H 6,61; 7; S 0,41; O 28,58. Nachweis: Von dem Leim, Glutin, unterscheidet sich der elleim vor allem durch seine Unfällbarkeit durch Gerbsäure, die in seinen Lösungen ne schwache Opalescenz hervorruft, dagegen wird letzterer von Essigsäure bleibend geschlagen, was bei Leim, der von keiner Säure ausser Gerbsäure gefällt wird, nicht all ist. Bei der Zersetzung (auch durch Magensaft) liefert er Leucin und anstatt des uckers (Glycin), eine wahre gährungsfähige Zuckerart (Chondroglycose), Traubenzucker. Bildung von Zucker aus einem nächsten Abkömmling der Albuminate ist von grösster igkeit für unsere Auffassung der Umsatzvorgänge bei der Eiweisszersetzung. Ein ches Zersetzungsprodukt ist also sicher Zucker. Man kann den Knorpelleim als ein kstoffhaltiges Glucosid, d. h. eine gepaarte Zuckerverbindung, bezeichnen.

s **Chitin** aus dem Hautskelett etc. der Artikulaten und des **Hyalin** (= Chitin?) aus den ococcus-Blasen sind ebenfalls stickstoffhaltige Glucosite wie das Chondrin. Die Zusam- tzung des Chitins ist: C 46,32; H 6,40; N 6,14; O 41,14. Durch Kochen mit Schwefel- liefert es Traubenzucker und Ammoniak.

e Reihe der aufgeführten Stoffe zeigt uns, dass aus dem Eiweiss durch rückschreitende morphose gepaarte Zuckerverbindungen hervorgehen können, die neben wahrem Zucker: benzucker, verschiedene stickstoffhaltige Paarlinge: Leucin, Tyrosin, Ammoniak u. a. lten. Es gestattet uns diese Zersetzung der Albuminate vielleicht einen Schluss auf mögliche Constitution. Als ein schwefelhaltiges Spaltprodukt des Albumins wer- wir noch das Taurin kennen lernen. Die nahe Verwandtschaft und die leichte Ueber- arkeit des Zuckers in Fette in der Pflanzenzelle auch ohne Einwirkung des Chlorophylls ben besprochen worden. Unzweifelhaft sehen wir Zucker und zuckerbildende Stoffe ogen) unter den Produkten der regressiven Eiweissmetamorphose auftreten. Sehr scheinlich ist auch die Bildung von Fettsäure aus Albuminaten, und KÜHNE macht dar- ufmerksam, dass das Glycogen der Leber eine Zwischenstufe zwischen Zucker und n) Fettsäuren darstellen könnte. Dass das Glycogen der Leber durch Genuss von hydraten gesteigert werden kann, ist mit Rücksicht auf die Entstehung des Fettes bei astung zu beachten. Mit Rücksicht auf die Streitfrage, ob Fett bei der Mästung aus hydraten gebildet werden könne (LIEBIG), oder ob es nur aus der direkten Zufuhr von (resp. Fettsäuren, eine Möglichkeit, welche KÜHNE durch die gelungene Mästung eines es mit Seife bewiesen hat) und durch Zersetzung von Albuminaten (VOIT u. A.) entste- inne, ist der Ausspruch KÜHNE's zu beherzigen: »Seit das Glycogen als Erzeugniss des

Thierkörpers entdeckt ist, und seit man weiss, dass diese den Kohlehydraten zugeh… Substanz in der Leber gebildet wird, selbst wenn den Thieren in der Nahrung keine… von Kohlehydraten, sondern nur Eiweiss gereicht wird, fällt die Frage über die Fe… bildung aus Eiweiss fast mit der über Fettentstehung aus Zucker… sammen.« Jedenfalls fehlen noch die Grundlagen, um die Frage definitiv zu entsch… was nur auf chemischem Wege, aber niemals durch Fütterungsversuche gelingen k… deren Resultat sich aus zu vielen uncontrolirbaren Faktoren zusammensetzt.

Das Protagon scheint ebenfalls ein Glucosid, und zwar des Lecithins. Es ist nachgewies… Gehirn, im Blute und findet sich wahrscheinlich auch noch in anderen Organen, worauf… aus dem Lecithinvorkommen schliesst. Es kann in Traubenzucker und Spaltungspro… des Lecithins (Neurin, Glycerinphosphorsäure, Fettsäuren etc.) zerlegt werden. Im W… ist es unlöslich, quillt darin kleisterartig auf, dagegen löslich in warmem Alkohol und Ä… Es ist krystallisirbar. Nach LIEBREICH's Analysen ist seine Formel vielleicht: $C_{116} H_{241} N_4$… Da das Protagon ebenfalls unter die nächsten Abkömmlinge der Albuminate zu rechnen… so ist das Auftreten von Fettsäuren neben dem Zucker unter seinen Zersetzungsprodu… im Sinne der Fettbildung aus Albuminaten beachtenswerth.

Fermente. Ehe wir zu den stickstoffhaltigen und stickstofffreien Spaltungsprodukten… Albumins fortschreiten, haben wir hier noch chemische Stoffe (?) zu erwähnen, die… früher direkt für Albuminate gehalten hat, und die man nun als Abkömmlinge der Albu… nate bezeichnet, obwohl über sie nicht das Geringste weiter feststeht, als dass sie d… weissreactionen nur spurweise oder gar nicht geben. Es sind das die sogenannten V… dauungsfermente. Bei unserer Unkenntniss über das Wesen der Fermentation… vorerst nur ein Nothbehelf für unsere Vorstellung, eigenthümliche chem… Stoffe als Fermente aufzustellen. Ob es derartige »Fermente« wirklich gibt, ob die Ferm… wirkungen nur von gewissen »Zuständen« uns bekannter oder unbekannter chemischer S… abhängen, ist uns vollkommen unbekannt. Das Nähere vergleiche man bei der spe… und historischen Darstellung der Verdauung. Die Verdauung bringt gewisse Veränder… in einigen aufgenommenen Nährsubstanzen (Albumin, leimgebende Substanz, Stärke… Fett) hervor, welche in der gleichen Weise durch langfortgesetztes Kochen oder Koch… Wasser unter gesteigertem Druck ebenso erzeugt werden können (z. B. die Bildung… Peptone aus Albuminaten, Leim, Mucin); oder durch Behandlung, Kochen mit Min… säuren oder Alkalien (Pankreasverdauung, Peptonbildung nach MEISSNER). Die Umwa… lungen geschehen meist unter Aufnahme von Wasser (hydrolytische Spaltung… L. HERMANN). Der Unterschied dieser Vorgänge von eigentlichen Gährungen, die… der Einwirkung von Gährungsorganismen (Hefe) verlaufen und, wie die Alkoholbild… aus Zucker, chemisch nicht nachzuahmen sind, ist sonach eine in die Augen springe… Mit den wahren Gährungsvorgängen haben diese Fermentationen gemein, dass sie von d… selben Einflüssen unterdrückt und begünstigt werden, dass sehr geringe Mengen der… genannten »reinen Fermente« die chemischen Veränderungen grosser Stoffmengen be… ken können, ohne selbst dabei verbraucht zu werden. Zur Reindarstell… dieser Fermente benutzt man ihre Löslichkeit in Glycerin und ihre Eigenschaft, aus wä… riger Lösung durch voluminöse Niederschläge, wie z. B. durch Zusatz von Choleste… lösungen, Collodium etc. mit niedergerissen zu werden. Im Organismus nimmt man… drei verschiedene Fermentationen an:

1) Zuckerbildung aus Stärke, Dextrin und Glycogen durch den Speichel, den P… kreassaft, den Leberextrakt und den Extrakt anderer Organe (zuckerbildendes Pankreas… ment, animalische Diastase, Ptyalin).

2) Fettzerlegung in Glycerin und freie Fettsäuren durch den Pankreassaft.

3) Umwandlung der Eiweisskörper und Albuminoide (geronnener und… löster) in Peptone und weitere Spaltung derselben in Leucin, Tyrosin, Zucker etc. d… Magensekret (Ferment: Pepsin), durch Pankreas und Darmsaft. —

Die Fette werden theils, wie wir oben bei der Besprechung der Bestandtheile der P… zenzelle sahen, in der Nahrung, und zwar auch in der vegetabilischen, eingeführt, …

mmen sie wohl aus der Zersetzung des Albuminats. Analog ist es mit den im Körper sich ldenden Kohlehydraten und einer Anzahl anderer Stoffe, die theils als Produkte der regres-ven Metamorphose der Körperstoffe, theils als Nahrungsbestandtheile und deren Zer-tzungsprodukte aufzufassen sind. Ohne Rücksicht auf ihren Ursprung führen wir im olgenden die übrigen Körperbestandtheile möglichst nach chemischen Gesichtspunkten eordnet an.

II. Organische stickstofffreie Säuren.

Die **Fettsäuren** von der allgemeinen Formel $C_n H_{2n} O_2$ finden sich schon oben S. 56 usammengestellt. Sie bilden eine homologe Reihe. Die kohlenstoffärmeren können aus den ohlenstoffreicheren durch Oxydation unter Abscheidung von CO_2 und H_2O dargestellt wer-n, in den pflanzlichen Organismen bilden sich die kohlenstoffreicheren wohl durch Des-ydation in der umgekehrten Richtung. Flüchtige Fettsäuren findet man in manchen sich rsetzenden Sekreten (z. B. Schweiss); ob sie in der normalen Zusammensetzung der Ge-ebe sich finden, ist zweifelhaft. Im animalen Organismus kommen kohlenstoffreiche Fett-äuren als Fette (cf. S. 56) vor, durch die Pankreasverdauung werden im Darm die Fette zum Theil in Glycerin und Fettsäuren zerlegt, welche letztere sich mit Alkalien (Kali und atron) zu fettsauren Alkalien = **Seifen** verbinden, die sich in Wasser lösen und zugleich e Fähigkeit haben, sich mit Fetten zu mischen, was für die Verdauung von grosser Bedeu-ng ist. Essigsäure und Capronsäure kommen als Amidoverbindungen (Glycin und Leu-n) vor. Aus Lecithin werden Fettsäuren gewonnen durch Zersetzung.

Säuren der Milchsäurereihe.

Die Milchsäure $C_3 H_6 O_3$ findet sich im Magensaft und andern Körperflüssigkeiten, wohl ets wie in saurer Milch als Produkt der Milchsäuregährung des Zuckers.

Die Fleischmilchsäure, Paramilchsäure, ist ein Stoffwechselprodukt vor allem der Muskeln, der wohl auch fast aller anderen myosinhaltigen (?) Gewebe. Die beiden Milchsäuren nd isomer und unterscheiden sich durch die Löslichkeit und Krystallform ihrer Salze. Die gewöhnliche Milchsäure leitet sich von Aldehyd ab, die Fleischmilchsäure lässt sich nstlich aus Aethylenverbindungen ableiten. Die aufgelösten Formeln für beide Säuren nd daher:

$$\text{gewöhnliche Milchsäure} \begin{cases} CH_3 \\ CH\ OH \\ CO_2\ H \end{cases} ; \ \text{Fleischsäure} \begin{cases} CH_2\ OH \\ CH_2 \\ CO_2\ H \end{cases}$$

Säuren der Oxalsäurereihe.

Die Oxalsäure $C_2 H_2 O_4$ findet sich hie und da im Harn mit Kalk verbunden, ob normal, ist gewiss.

Die Bernsteinsäure findet sich normal im kleiner Menge im animalen Organismus. $C_4 H_6 O_4$. m Harn des Menschen, in der Milz, Thyreoidea, Thymus, in Leberechinococcus- und Hydro-elflüssigkeit.

Säuren der Acrylsäurereihe (Oelsäuren).

Die Oelsäure (Oleinsäure, Elainsäure) findet sich von dieser Reihe allein im Körper vor in gleitung der Fettsäure und wie diese als neutrales Fett = Olein, z. B. im Schweineschmalz, s Seife, im Lecithin. $C_{18} H_{34} O_2$.

III. Alkohole.

Kohlenwasserstoffe, in welchen ein oder mehrere Atome Wasserstoff durch Hydroxyl H) vertreten sind. Z. B. $C_2 H_6$ (Aethylwasserstoff) geht über in $\left.\begin{matrix} C_2 H_5 \\ H \end{matrix}\right\} O$ Aethylalkohol = Weingeist. Man kann sie auch als Wasser $\left.\begin{matrix} H \\ H \end{matrix}\right\} O$ auffassen, in welchem Wasserstoff durch kohlenstoffhaltiges Radicale ersetzt ist.

Das Cholesterin findet sich im Eidotter, Gehirn, Galle etc., soll auch in den Erbsen vor-kommen. Es ist ein einwerthiger Alkohol: $\left.\begin{matrix} C_{26} H_{43} \\ H \end{matrix}\right\} O$

Das Glycerin findet sich nach der Fettzerlegung im Darme durch das Pankreass vor. Ueberdiess kommt es (in den Fetten) noch in Form von Aetherarten vor, die Fette sind Glycerinäther. Das Glycerin ist ein dreiwerthiger Alkohol: $C_3 H_5 \begin{cases} OH \\ OH \\ OH \end{cases}$

Die Zuckerarten schliessen sich an die Alkohole an, da sie meist das Verhalten m thiger Alkohole zeigen, doch ist ihre Constitution noch nicht erkannt. Mit Stär Gummi, Dextrin, Cellulose bilden sie die sogenannten oben S. 55 angeführten vegeta Kohlehydrate. Im animalen Organismus sind drei Zuckerarten nachzuweisen:

Traubenzucker, Dextrose oder Stärkezucker $C_6 H_{12} O_6$ kommt in geringen Menge allen thierischen Flüssigkeiten und Gewebssäften vor: im Blut, Muskeln, Leber, H Bei dem Zustand des Diabetes mellitus (Zuckerharnruhr) kann er in sehr grossen auftreten und im Harn ausgeschieden werden. Er besitzt die Eigenschaft, in alkalisc sung aus Kupferoxydsalzen beim Kochen gelbrothes Oxydul zu reduciren (Tro Probe). Aus Silbersalzen fällt er metallisches Silber. Versetzt man eine Zuckerlös alkalischer Wismuthoxydlösung und kocht einige Minuten, so scheidet si Stehen ein schwarzes Pulver ab (Böttcher'sche Probe) (cf. Harnanalyse). Er dreht d risationsebene nach rechts. Er ist gährungsfähig, durch Hefe zerfällt er fast Aethylalkohol und Kohlensäure. Bei Gegenwart von faulenden Eiweisskörpern (und säurehefe) zerfällt er in Milchsäure.

Inosit wurde zuerst als Bestandtheil des Herzmuskels nachgewiesen. Wasserfre auch die empirische Zusammensetzung: $C_6 H_{12} O_6$. Er dreht nicht die Polarisation reducirt Kupferoxydsalze nicht, ist der weingeistigen Gährung nicht, wohl aber der säuregährung fähig. Nachweis: Wird Inositlösung oder eine inosithaltige Misch Salpetersäure auf Platinblech (Porzellanscherben) fast bis zur Trockene abgedamp Rückstand mit Ammoniak und etwas Chlorcalcium übergossen und dann vorsichtig Trockne verdunstet, so entsteht eine lebhaft rosenrothe Färbung, die noch ‡ M Inosit erkennen lässt. Er ist gefunden im Herzmuskel, Pferdefleisch, Ochsenblut, coccusflüssigkeit von Schafen, in der Leber, Lunge, im Gehirn, in der Milz, in den pathologisch im Harn bei Morbus Brighti, Urämie, zuweilen bei Diabetes mel Stelle des früher vorhanden gewesenen Traubenzuckers, Gehirntumoren, bei C reconvalescenten, ferner in den willkürlichen Muskeln von Säufern oft in erheblicher Krystallisirt im klinorhombischen System mit $2 H_2 O$.

Scyllit fanden Frerichs und Städeler in mehreren Organen der Plagiostomen, Nieren des Rochen und Haifisches; es unterscheidet sich vom Inosit durch die Kryst und den Mangel der Inositreaktion.

Milchzucker $C_{12} H_{22} O_{11} + H_2 O$ kommt nur in der Milch der Säugethiere vor, au eingedampfter Molke er sich in rhombischen Krystallen ausscheidet. Er ist direct n Milchsäuregährung fähig (wobei immer etwas Alkohol und Mannit entsteht), mit verd Säuren gekocht verwandelt er sich in eine dem Traubenzucker sehr nahestehende, der Alkoholgährung fähige Zuckerart. Er dreht die Polarisationsebene nach rechts. Ein lische Lösung eines Kupfersalzes wird von Milchzucker schon in der Kälte reducirt auch die Böttcher'sche Probe (cf. Traubenzucker).

Ausser den Zuckerarten kommen noch andere Kohlehydrate, die zum Theil le Zucker übergeführt werden können, im animalen Organismus vor, die sich hier anschl

Glycogen, animalische Stärke von der empirischen Zusammensetzung: $C_6 H_{10} O$ findet sich vor allem als Bestandtheil der Leber, ausserdem in vielen embryonalen Or in mehreren Organen bei Diabetes, im Fleisch von Pflanzenfressern. Schneeweisses, artiges, völlig amorphes Pulver. Im heissen Wasser löslich, mit Aetzkali klare gebend. Die wässerige Lösung zeigt starke rechtsseitige Polarisation. Reducirt alk Kupferlösungen nicht. Mit Jod färbt es sich rothbraun bis dunkelroth. Kann durch ver Säuren, dann Speichel, Bauchspeichel, Lebersaft, Blut, Diastase etc. leicht in Traubenz

umgewandelt werden. — Ausserdem ist noch im animalen Körper von Kohlehydraten nachgewiesen

Dextrin, Stärkegummi: $C_6 H_{10} O_5$ im Pferdefleisch, im Blut (namentlich der Lunge) der Herbivoren, in der Leber mit Hafer gefütterter Pferde, im Darminhalt nach amylaceenhaltiger Nahrung. In Wasser löslich, farb- und geschmacklos, concentrirt klebt es. Reducirt alkalische Kupfersalze spurweise. Mit einer Lösung von Jod in Jodkalium färbt sich das Dextrin röthlich violett. Es ist direkt der Milchsäuregährung fähig; durch verdünnte Säuren (Schwefelsäure) und Speichel, Diastase geht Dextrin leicht in Traubenzucker über.

Die Cellulose $C_6 H_{10} O_5$ ist in ihrem Vorkommen im Thierkörper schon oben S. 9 besprochen.

Paramylon von derselben empirischen Zusammensetzung wie das Stärkemehl (auch $C_6 H_{10} O_5$) in Körnchen in der Infusorienspecies Euglena viridis gefunden. Gibt die Jodreaktion nicht; längere Zeit mit rauchender Salpetersäure behandelt, liefert es eine gährungsfähige Zuckerart.

IV. Aetherarten.

Von Aetherarten kommen reichlich Glycerinäther in dem animalen Organismus vor, und die schon mehrfach erwähnten neutralen Aether des dreiatomigen Alkohols Glycerin, die **neutralen Fette**, die Glyceride der fetten Säuren (cf. oben S. 56).

An die neutralen Fette können wir noch **die Glycerinphosphorsäure** anschliessen, die man als sauren Glycerinäther auffassen kann. Sie ist eine Vereinigung von Glycerin mit Phosphorsäure unter Abgabe von 1 $H_2 O$, eine zweibasische Aethersäure von der empirischen Formel $C_3 H_9 PO_6$. Sie wurde im Gehirn, Nervenmark, Eidotter, Galle etc. gefunden, wohl stets als Zersetzungsprodukt des Lecithins. Sie hinterlässt bei der Verbrennung eine von Phosphorsäure sehr saure Kohle.

In dem Wallrath, der aus der Schädelhöhle einiger Wale genommen wird, finden sich (einatomige) **Cetyläther** vor, vorwiegend: Palmitinsäure-Cetyläther.

IV. Ammoniakderivate und ihre Verbindungen.

1) von bekannter Constitution.

a) **Amine**, Verbindungen, in welchen Wasserstoffatome des Ammoniaks $NH_3 = \left.\begin{matrix} H \\ H \\ H \end{matrix}\right\} N$ oder des Ammoniumoxydhydrats $NH_4 (OH)$ durch Kohlenwasserstoffgruppen ersetzt sind.

Das Methylamin $NH_2 (CH_3) = \left.\begin{matrix} H \\ H \\ CH_3 \end{matrix}\right\} N$ und das Trimethylamin $N (CH_3)\ 3 = \left.\begin{matrix} CH_3 \\ CH_3 \\ CH_3 \end{matrix}\right\} N$ treten nur als Zersetzungsprodukte (des Kreatins und Neurins) auf.

Das Neurin, ein Zersetzungsprodukt des Lecithins, erhält man synthetisch aus Glycol, zweifachem Aethylalkohol $C_2 H_4 (OH)_2$ und Trimethylamin; es ist Trimethyl-Oxäthyl-Ammoniumoxydhydrat.

Eine complicirte Verbindung des Neurins mit Stearinsäure und Glycerinphosphorsäure scheint **das Lecithin** $C_{44} H_{90} NPO_9$; es ist selbst ein Zersetzungsprodukt des Vitellins und Protagons. Es findet sich in der Nervensubstanz, Blut, Eidotter, Samen etc. DIAKONOW betrachtet das Lecithin als glycerin-phosphorsaures Neurin, bei welchem 2 Wasserstoffatome des Glycerinphosphorsäureradicals durch das Stearinsäureradical vertreten sind: Distearyl-glycerinphosphorsaures Neurin. Die Stearinsäure kann jedoch auch durch Palmitinsäure und Oelsäure vertreten sein. Nach STRECKER würde sich das Lecithin an die Aetherarten anschliessen.

b) **Amide.** Säuren, in denen Hydroxyl (HO) durch NH_2 ersetzt ist.

Harnstoff: Biamid der Kohlensäure, Carbamid. Die wasserhaltige Kohlensäure hat die Formel: $CO (OH)_2$; Harnstoff: $CO (NH_2)_2 = CH_4 N_2 O$. Beide OH der wasserhaltigen Kohlensäure sind durch je ein NH_2 ersetzt. Der Harnstoff ist für die Physiologie von der grössten Wichtigkeit, da die Hauptmasse alles im Körper umgesetzten Stickstoffs der stickstoffhaltigen

Körper- und Nahrungsbestandtheile bei Säugethieren den Körper in der Form des Ha
im Harn verlässt. Harnstoff findet sich neben Harnsäure auch im Harn der Reptilien und
Der Harnstoff löst sich leicht in Wasser und Alkohol, kaum in Aether; seine Salze mit Sa
säure und Oxalsäure sind dagegen schwer löslich. Mit salpetersauerem Quecksilberoxyd
er eine complicirte Verbindung, die zur quantitativen Harnstoffbestimmung (nach Lie
wendet wird. Der Niederschlag hat schliesslich die Zusammensetzung: $Hg(NO_3)_2 + 2 CO$
$(HgO)_3$. Der Harnstoff zersetzt sich leicht beim Kochen (100°C), Faulen, auch im
unter Aufnahme von $2 H_2O$ in kohlensaueres Ammoniak: $CO \begin{cases} NH_2 \\ NH_2 \end{cases} + 2 H_2O = CO$
$NH_4(OH)$ Ammoniumoxydhydrat, $CO(ONH_4)$ = kohlensaueres Ammoniak. Der Ha
wurde im Jahr 1799 von FOURCROY und VAUQUELIN bestimmt als Bestandtheil des m
lichen Harns erkannt und als urée, d. i. Harnstoff, bezeichnet. Harnstoff war die erst
nische Substanz, welche künstlich dargestellt wurde; WÖHLER lehrte 1828 die kün
Darstellung aus cyansaurem Ammoniak, aus dem er durch blosse Umlagerung der Be
theile leicht entsteht, in wässeriger Lösung namentlich beim Eindampfen: $\left. \begin{matrix} CN \\ NH_4 \end{matrix} \right\} O = CO$
Er entsteht auch durch Einwirken von trockenem Ammoniak auf Carbonylchlorid (Ph
gas) $CO \begin{cases} Cl \\ Cl. \end{cases}$ Für die Physiologie ist die Entstehung des Harnstoffs als Zersetzungsp
anderer im animalen Organismus sich bildender Stoffe von besonderer Wichtigkeit.
säure liefert 1) bei trockener Destillation Harnstoff (WÖHLER), 2) bei Einwirkung vo
dationsmitteln (LIEBIG), 3) im Organismus (WÖHLER und FRERICHS). Kreatin wird
Kochen mit Barytwasser in Harnstoff und Sarkosin zersetzt (LIEBIG). Oxalursäu
Zersetzungsprodukt der Harnsäure zerfällt beim Kochen in Harnstoff und Sarkosin (
Der Harnstoff krystallisirt in quadratischen Prismen. Seine Lösungen reagiren neutra
locan cf. bei Harnsäure, die Krystallformen bei Haut).

C. **Amidosäuren.** Säuren, in welchen Wasserstoffatome des Radicals durch NH
substituirte Ammoniakgruppen vertreten sind.

Glycin (Glycocoll, Leimzucker) = Amidoessigsäure $C_2H_5NO_2$ entsteht, wen
rischer Leim (Glutin) mit verdünnter Schwefelsäure gekocht wird, schmeckt süss.
kann künstlich dargestellt werden durch Monochloressigsäure mit Ammoniak. Ess
$= C_2H_3O(OH)$; Glycin $= C_2H_2[NH_2]O(OH)$. Das Glycin ist eine schwache Säure, ve
sich aber auch als Aminbase mit Säuren; es findet sich in solchen Verbindungen
Galle und normal im Harn der Pflanzenfresser.

Im Harn findet sich die Verbindung des Glycins mit Benzoesäure ($C_6H_5CO_2H$

Hippursäure = Glycobenzoesäure $C_9H_9NO_3$. Sie ist Glycin, in welchem 1 Atom W
stoff durch das einwerthige Radikal Benzoil (das Radikal der Benzoesäure) C_6H_5CO ers

$$\text{Glycin: } \left. \begin{matrix} H \\ H \\ \begin{cases} CH_2 \\ CO_2H \end{cases} \end{matrix} \right\} N; \quad \text{Hippursäure: } \left. \begin{matrix} H \\ C_6H_5CO \\ \begin{cases} CH_2 \\ CO_2H \end{cases} \end{matrix} \right\} N$$

Benzoesäure wird im menschlichen und im Körper der Säugethiere vollständig
pursäure verwandelt, andere aromatische Säuren entweder ebenfalls oder in ganz
Glycinverbindungen (cf. Harn).

In der Galle befindet sich als Verbindung des Glycins

Glycocholsäure $C_{26}H_{43}NO_6$ (cf. Taurocholsäure).

Eine weitere im Organismus entstehende Amidosäure ist

Taurin $C_2H_7NSO_3$. Es ist das Amid der Isäthionsäure: $C_2H_4 \begin{cases} OH \\ SO_3H \end{cases}$, T
$C_2H_4 \begin{cases} NH_2 \\ SO_3H \end{cases}$ findet sich als Zersetzungsprodukt der Gallensäuren im Darm und in den
menten. Normal in den Muskeln vieler Fische in verschiedenen Organen der Plagios
in den Muskeln der Mollusken, in den Nieren und Lungen verschiedener höherer Säuge
im Pferdefleisch, pathologisch im Blut und in seinen Transsudaten, im Harn bei Ikter

Leberkrankheiten. Das Taurin ist charakterisirt durch seinen reichen Schwefelgehalt = 25,6%, der sich bei dem Erhitzen als schwefelige Säure entwickelt. Es krystallisirt in durchsichtigen, farblosen sechsseitigen Prismen. Sein wichtigstes Vorkommen ist in gepaarter Verbindung mit Cholsäure in der Galle analog der Verbindung des Glycins mit Cholsäure, der Glycocholsäure. Diese Verbindung des Taurins ist die

Taurocholsäure: $C_{26} H_{45} NSO_7$.

Glycocholsäure und Taurocholsäure sind die specifischen Bestandtheile des Lebersekretes die **Gallensäuren**, welche in der Galle gebunden an Alkalien (namentlich Natron) sich finden. Die gallensaueren Alkalien verhalten sich in mancher Hinsicht wie Seifen = fettsaure Alkalien, indem sie sich wie diese in Wasser lösen, aber auch mit Fetten und Oelen mischen, wodurch sie ihre Hauptbedeutung für die Fettresorption im Darme erhalten. Beide drehen den polarisirten Lichtstrahl nach rechts.

Die **Glycocholsäure** löst sich leicht in Alkohol, dagegen schwer in Wasser, besonders kaltem, sie krystallisirt in seidenglänzenden Nadeln. Aus den wässerigen Lösungen der glycocholsauren Salze fällen Säuren (auch Essigsäure) einen harzartigen Niederschlag. Mit Barytwasser längere Zeit gekocht, zerfällt die Glycocholsäure in Glycin und Cholsäure. Mit Schwefelsäure oder Salzsäure gekocht, zerfällt sie in Glycin und Choloidinsäure. Die Taurocholsäure enthält 3,21% Schwefel. Sie zerfällt beim Kochen mit Alkalien in Taurin und Cholsäure, beim Kochen mit Säuren in Taurin und Choloidinsäure. Die Taurocholsäure ist an der Luft leicht zerfliesslich.

Die Cholsäure (Cholalsäure), welche von der Glycocholsäure und Taurocholsäure abgespalten werden kann, ist in ihrer Constitution noch nicht erkannt, ihre Formel ist empirisch: $C_{24} H_{40} O_5$. Sie soll in geringen Mengen im Dickdarm von Menschen, Rindern und Hunden vorkommen, auch im Harn bei Icterus. Sie krystallisirt nach verschiedenen Systemen aus verschiedenen Lösungsmitteln. Zeigt starke rechtsseitige Polarisation; löst sich schwer in Wasser, leicht in Alkohol und Aether. Ueber 195° C. erhitzt, verwandelt sie sich unter Abgabe von 1 Aeq. Wasser in Choloidinsäure und bei 295° in Dyslisin. Beide entstehen auch durch Kochen mit Salzsäure und sollen sich in den Excrementen finden. Die Choloidinsäure ist wie ihre Salze amorph, löslich in Alkohol, schwerer in Aether, nicht in Wasser. Ihre Zusammensetzung ist: $C_{24} H_{38} O_4$, die des Dyslisins: $C_{24} H_{36} O_3$. In Alkohol und Wasser unlöslich, wenig löslich in Aether.

Die Cholsäure, Choloidinsäure und das Dyslisin geben die PETTENKOFER'sche Probe wie die Gallensäure selbst. Versetzt man wässerige Lösungen der Gallensäuren mit wenigen Tropfen Zuckerlösung und concentrirter Schwefelsäure, so färbt sich die Flüssigkeit (beim Schütteln) prachtvoll purpurviolett und dann kirschroth. Die Schwefelsäure muss dazu frei sein von schwefliger, salpetriger und Salpeter-Säure (cf. Galle). Mit rauchender Salpetersäure destillirt, liefert die Cholsäure: Caprin, Capryl- und Cholesterinsäure, wodurch sie sich (?) an die Fettsäuren anschliessen, mit denen sie auch die seifenartigen Verbindungen mit Alkalien gemein haben.

In der Schweinegalle findet sich an Stelle der Cholsäure die Hyocholsäure: $C_{25} H_{40} O_4$, welche ebenfalls mit Taurin und Glycin gepaarte Säuren bildet: Hyotaurocholsäure $C_{27} H_{45} NSO_6$ und Hyoglycocholsäure: $C_{27} H_{43} NO_5$ und ein Hyodyslisin, $C_{25} H_{38} O_3$ liefert.

In der Gänsegalle findet sich an Stelle der Cholsäure die Chenocholsäure: $C_{27} H_{44} O_4$, welche mit Taurin gepaart die Chenotaurocholsäure liefert: $C_{29} H_{51} NSO_7$.

Weitere Amidosäuren sind

Leucin = das Amid der Capronsäure: $C_6 H_{13} NO_2 = C_6 H_{10} (NH_2) O . OH$. Findet sich im Pankreas normal, sonst in sehr vielen Körperbestandtheilen als Produkt der Fäulniss, wobei es sowie durch Säuren und Alkalien aus Albuminaten und albuminoiden Stoffen entsteht. Krystallisirt in perlmutterglänzenden, farblosen Schüppchen. Unter dem Mikroskop erscheint es in Form von starklichtbrechenden, meist concentrisch geschichteten Kugeln, die aus concentrisch gruppirten nadelförmigen Krystallen bestehen. Häufig zeigen die Kugeln des

Leucin eine rauhe, wie angefressene Oberfläche, und nicht selten sitzen grössere kleinere Kugelsegmente auf. (Fig. 50.)

Das Tyrosin ist auch eine Amidosäure, deren Natur aber noch nicht aufgeklär erinnert an die Salicylverbindungen, mit denen es vielleicht zusammenhängt. E Zersetzungsprodukt neben dem Leucin auf, aber in geringerer Menge, soll im auch normal vorkommen neben Leucin, mit diesem auch in der Leber bei Leberkra und im Harn bei Lebererweichung. In den Organen niederer Thiere, namentlich de poden, soll es ziemlich häufig normal (?) vorkommen.

Der Nachweis des Leucins und Tyrosins kann für den Arzt von Bedeut da sich diese Stoffe pathologisch besonders bei Leberkrankheiten in verhältnissmäss Mengen in allen Organen und Flüssigkeiten namentlich in der Leber vorfinden. Aus Organen bereitet man sich einen kalten wässerigen Auszug, indem man die wohl ze Gewebe mit Wasser mischt und durch einen Leinwandlappen presst. Das so ge



Kugelförmige Krystallmassen des Leucin. *a* Eine sehr kleine einfache Kugel. *bb* Halbkuglige Massen. *cc* Aggregate kleinerer Kugeln. *d* Eine grössere Kugel mit zwei Halbkugeln besetzt. *ef* Grosse Leucinkugeln mit kleineren Kugelsegmenten reichlich versehen. *gggg* Geschichtete Leucinkugeln, theils mit glatter, theils mit rauher Oberfläche und von sehr verschiedener Grösse.

Nadelförmige Krystallisationen des Tyr die einzelnen Nadeln; bei *bb* kleinere Gruppirungen derselben.

Extrakt wird gekocht, filtrirt, das Filtrat mit Bleiessig gefällt, filtrirt, Schwefelw in das Filtrat geleitet, bis kein Schwefelbleiniederschlag mehr entsteht, filtrirt, abgedampft, schliesslich auf dem Wasserbad bis zur Consistenz eines dünnen Syr dickt. Nun lässt man es längere Zeit ruhig, bedeckt, kühl stehen, wobei sich L eventuell Tyrosin in gelbgefärbten warzigen Massen und Krusten abscheiden. Durc Verdunsten der abgegossenen Mutterlauge scheidet sich meist noch mehr ab. I dem Alkohol werden die Krystalle gelöst, kochend heiss filtrirt, wobei sich bei dem das Leucin ziemlich rein ausscheidet. Das Tyrosin ist in kochendem Weingeist nicl bleibt also bei jener Behandlung im Rückstand. Dieser wird in wenig heissem W gelöst, aus welchem das Tyrosin nach ein- bis zweimal 24 Stunden in büschelförm stallen auskrystallisirt. (Fig. 51.)

Zum Nachweis des Leucins und Tyrosins im frischgelassenen Harn wird dieser Bleiessig gefällt und nun im folgenden genau wie oben verfahren. Enthält der Leucin und Tyrosin, so scheiden sie sich schon bei dem Verdunsten auf dem Ob in den charakterischen Krystallen aus.

e Tyrosinproben sind folgende: 1) Eine Lösung von Tyrosin wird durch salpeauceres Quecksiberoxyd in der Siedehitze schön rosenroth gefärbt und gibt später rothen Niederschlag (HOFFMANN). 2) PIRIA'sche Reaktion. Man bringt etwas Tyrosin in Uhrglas, benetzt es mit 1—2 Tropfen concentrirter Schwefelsäure, wobei es sich vorübergehend rother Färbung auflöst. Nun lässt man das Glas gedeckt eine halbe Stunde en, verdünnt mit Wasser, sättigt mit kohlensauerem Baryt, filtrirt und setzt zu Filtrat neutrale Eisenchloridlösung, so zeigt sich sogleich eine sehr reiche violette ung. 3) SCHERER's Probe. Man dampft auf einem Porcellanscherben die Tyrosinlösung Salpetersäure vorsichtig ab, wobei ein lebhaft gelber, glänzender Rückstand bleibt, der Natron eine rothgelbe Flüssigkeit gibt (unsicher).

a die Amidosäuren schliesst sich auch an

tin: $C_3 H_7 NSO_2$. Ist ein Bestandtheil der Nieren, findet sich selten im Harn und in Blaeinen. Seine Krystallform ist charakteristisch (cf. Harn).

Kreatin: $C_4 H_9 N_3 O_2$, ist im Muskelfleisch, Gehirn, Blut etc. und im Harn enthalten und eht aus der Oxydation stickstoffhaltiger Gewebsbestandtheile. Es wird als Methyamido-Essigsäure betrachtet. VOLHARD stellte es künstlich dar. Mit Barytwasser ht zerfällt es unter Wasseraufnahme in Harnstoff und Sarkosin: $C_4 H_9 N_3 O_2 + H_2O$ $CH_4 N_2 O$ (Harnstoff) $+ C_3 H_7 NO_2$ (Sarkosin). Bei der Einwirkung von Säuren, durch mit Wasser, bei Gegenwart faulender Substanzen gibt das Kreatin Wasser ab und andelt sich in eine starke, alkalisch reagirende Basis:

Kreatinin: $C_4 H_7 N_3 O$, das sehr wohl charakterisirte Salze liefert, von denen das Kreatininzink zur quantitativen Bestimmung des Kreatinins benutzt wird.

VI. Ammoniakderivate und ihre Verbindungen.

2) von unbekannter Constitution.

arnsäure: $C_5 H_4 N_4 O_3$, findet sich in geringen Mengen im Harn des Menschen und der gethiere, in grösseren Mengen in den Excrementen der Vögel und Schlangen, Schildten, Leguanen, der Schmetterlinge, vieler Käferarten, sowie einiger Helixarten; im Blute Gicht), im Safte mehrerer Drüsen, im Herzmuskel, Gehirn; in Harnsteinen, Harnsedinten, Gichtknoten und in Concretionen in den Gelenkhöhlen bei Gichtkranken. Sie ist ibasisch. Sie und ihre saueren Salze sind schwer in Wasser löslich, im Harn findet sich ich: harnsaures Natron, harnsaures Ammoniak, harnsaurer Kalk.

Durch Oxydation liefert die Harnsäure bei Mitwirkung von Säuren Harnstoff und

xan = Mesoxalylharnstoff, d. h. Harnstoff, der das Radical der Mesoxalsäure $\left.\begin{matrix}C_3 O_3\\ H_2\end{matrix}\right\} O_2$ ält:

$$C_5 H_4 N_4 O_3 + H_2 O + O = \left.\begin{matrix}CO\\ H_2\\ H_2\end{matrix}\right\} N_2 \text{ (Harnstoff) } + \left.\begin{matrix}C_3 O_3\\ H_2\end{matrix}\right\} N_2 \text{ (Alloxan).}$$

Es wurde in diarrhoischem Darmschleim gefunden, was darum wichtig erscheint, weil Alloxan ein Nebenprodukt der Harnstoffbildung aus Harnsäure ist.

Verdampft man Harnsäure mit Salpetersäure vorsichtig zur Trockne, so bleibt ein rother Rückstand, der mit Ammoniak befeuchtet schön purpurroth wird. Die hier entstehende bindung ist das Ammoniaksalz der Purpursäure und wird als Farbe im Grossen dargestellt er dem Namen Murexid: $C_8 H_4 (NH_4) N_5 O_6$. Es bildet metallglänzende grüne Kryle, die mit Wasser eine prachtvolle purpurrothe Lösung geben, welche durch Kalilauge n blau wird (Harnsäurenachweis cf. Harn).

Bei Gegenwart von Alkalien liefert die Harnsäurezersetzung Kohlensäure und

ntoin, $C_4 H_6 N_4 O_3$. Bestandtheil des fötalen Harns der Allantoisflüssigkeit der Kühe und Harn der Kälber und Säuglinge gefunden, auch im Hundeharn bei Respirationsstörungen im menschlichen Harn nach Gerbsäuregebrauch soll es vorkommen. Eine Lösung von ntoin liefert, mit Hefe versetzt, bei 30°C Harnstoff oxalsaures und kohlensaures Am-

moniak und eine unbekannte Säure, kochende Salpetersäure zersetzt es ebenfalls stoff und Allantoinsäure, während es sich mit concentrirten Alkalien in Oxals Ammoniak zersetzt.

An die Harnsäure schliesst sich noch an:

Xanthin: $C_5 H_4 N_4 O_2$, Bestandtheil gewisser seltener Harnsteine, in geringen Mengen theil des Harns, zahlreicher drüsiger Organe, des Gehirns, des Fleisches von Säu und Fischen. Es kann künstlich aus Hypoxanthin erhalten werden.

Der Nachweis des Xanthins in Harnsteinen ist leicht, da diese seltenen St fast ausschliesslich aus diesem Körper bestehen. Man behandelt eine geringe Menge Porzellanscherben mit Salpetersäure, wobei es sich ohne Gasentwicklung löst, bei tigem Verdampfen bleibt ein gelber Rückstand, der sich mit Kali gelbroth fä beim Erhitzen eine violette Farbe annimmt (cf. Harnsäurenachweis, Guanin, Ty

Hypoxanthin oder **Sarkin**: $C_5 H_4 N_4 O$ kommt neben dem Xanthin vor, in welches Oxydationsmittel übergeführt werden kann. In der menschlichen Leber soll es n bei sogenannter gelber Atrophie vorkommen.

Guanin: $C_5 H_5 N_5 O$. Bestandtheil des Guano (Excremente von Seevögeln), im in der Leber aufgefunden, auch in den Excrementen der Spinnen und in den pe glänzenden Massen in den Schuppen und Schwimmblasen der Fische. Mit Salp abgedampft gibt es einen citronengelben Rückstand (aus Xanthin und eine Nitrokörper bestehend), der sich in Kali und Ammoniak mit tiefgelbrother Farbe lö säurenachweis und Xanthin).

Inosinsäure: $C_{10} H_{14} N_4 O_{11}$ wurde in den Flüssigkeiten des Fleisches in gering gefunden.

Kynurensäure: $C_{16} H_{14} N_2 O_5$ (?) im Hundeharn neben Harnsäure.

An die stickstoffhaltigen Bestandtheile des Organismus schliessen sich noch an

VII. Die thierischen Farbstoffe.

Farbstoffe aus dem Blut. Höchst wahrscheinlich stammen die Mehrzahl der Farbstoffe von dem Blutfarbestoff = Hämoglobin ab, von dessen Zersetzung in einen körper und einen rothen Farbstoff oben die Rede war. Diesen primär von dem Hä sich abspaltenden Farbstoff hat man bezeichnet als:

Hämatin. Unter diesem Namen hat man lange eine grosse Anzahl von Körpern b ben, die man für den eigentlichen Blutfarbestoff ansprach, und die verschieden nach den Methoden der Darstellung. Am besten gelingt seine optische Charakteris der bei Blut die Rede sein wird. Die als Hämatin bezeichneten Farbstoffe wa krystallinisch, theils amorph. Hoppe-Seyler's Hämatin ist ein amorphes, blausc beim Reiben rothbraunes Pulver in Wasser und Alkohol unlöslich, löslich in wä und weingeistigem Ammoniak, in schwefelsäure- und salpetersäurehaltigem Weing wie in kaustischen Alkalien. Hoppe gibt ihm die empirische Formel: $C_{34} H_{34} N_4$ F Eine Umwandlung desselben durch Säuren in Gegenwart von Chlor ist das

Hämin, ein krystallisirter Körper, der zum gerichtlich-chemischen Nachweis d (cf. diesen) dient. Hoppe erklärt es für salzsaures Hämatin: $C_{34} H_{34} N_4 Fe O_5 . HC$ v. Gorup-Besanez scheinen weder Hämin noch Hämatin reine Verbindungen zu sein farbestoff).

Der Farbstoff der Galle ist:

Bilirubin, höchst wahrscheinlich identisch mit **Hämatoidin**, das in Krystallen in al extravasaten gefunden wird. Das Bilirubin: $C_{16} H_{18} N_2 O_3$ ist eisenfrei, braunroth, sirbar in klinorhombischen Prismen, nur leicht löslich in Alkalien, Schwefelko Benzol, Chloroform beim Erwärmen. Es kommt vor in Gallensteinen, in der Menschen, des Hundes, der Katze, nicht in der des Rindes, pathologisch im ikterisch Blut, Gewebssäften. Mit den Alkalien bildet es wie eine einbasische Säure Verbi Seinen Nachweis vergleiche man bei Galle.

rch Oxydation z. B. an der Luft und mit Salpetersäure geht aus ihnen hervor, kommt der menschlichen Galle nicht vor, das

verdin: $C_{16} H_{20} N_2 O_5$ = Bilirubin + H_2O + O. Möglicherweise findet es sich in grüner galle, grüner Menschengalle, grünem ikterischem Harn, dem grünen Erbrechen er gibt es sicher seine Färbung, hier beginnt der Farbenwechsel der GMELIN'schen (cf. diese) mit der blauen Farbe.

ifuscin: $C_{16} H_{20} N_2 O_4$ = Bilirubin + H_2O findet sich in geringen Mengen in mensch- Gallensteinen.

iprasin: $C_{16} H_{22} N_2 O_6$ = Bilirubin + 2 H_2O + O in menschlichen Gallensteinen, Rinds- wahrscheinlich häufig in ikterischem Harn.

rnfarbstoffe. Es sind verschiedene theils eisenfreie, theils eisenhaltige (Urohämatin, din, Urokyanin) dargestellt worden, die noch zu wenig genau untersucht sind, um ine eingehendere Darstellung zu gestatten. Wohl charakterisirt ist das

ican, $C_{26} H_{31} NO_{17}$. Kommt in normalem Harn in geringer, in pathologischem Harn in rer Menge vor, namentlich bei Leberkrebs, reichlich auch im Hundeharn, ertheilt Harn eine intensiv gelbe Farbe. Nachweis: Indicanreicher Harn mit Salzsäure ht lässt sofort einen feinpulverigen Niederschlag erkennen. 2) Von indicanarmem mischt man 20—40 Tropfen in eine Proberöhre mit stark rauchender Salzsäure, die ung färbt sich rothviolett bis blau. Durch Zusatz von 2—3 Tropfen Salpetersäure wird npfindlichkeit der Reaktion gesteigert (v. GORUP-BESANEZ), am sichersten ist die Rein- llung. — Das Indican stört den Nachweis der Gallenfarbstoffe im Harn. In faulendem geht es von selbst in Indigblau über: $C_8 H_5 NO$, dunkelblaues amorphes Pulver.

rokyanin (Uroglaucin, Harnblau) ist höchst wahrscheinlich unreines Indigblau, Ur- lin ist wohl das noch wenig studirte Indigroth (v. GORUP-BESANEZ).

as Urohämatin (HARLEY) ist eine hochrothe, glänzende, amorphe Substanz, die ihren Eisengehalt und einige Reaktionen Aehnlichkeit mit dem Hämatin zeigt, wobei an die bisher noch geringe chemische Charakterisirung des Hämatins selbst erinnert en muss.

iterfarbstoffe. Es sind zwei mit Sicherheit aus blauem Eiter, der die Verband- e manchmal lebhaft blau färbt, dargestellt. Die Träger des Pigments im Eiter sind igene Art von Vibrionen: Vibrio lineola EHRENB., welche auf eiternden Wunden Verbandstücken vegetiren kann (LÜCKE), nach CHALVET sind es Pilze. Reines Pyocyanin eint in blauen mikroskopischen Nadeln und Blättchen. Löslich in Wasser, Alkohol, roform, weniger in Aether. Mit Säuren färbt es sich roth, in Alkalien blau wie Lackmus. h reducirende Substanzen wird es entfärbt, auch durch unzersetzten Eiter, mit Luft üttelt wird es dann wieder blau. Darstellung und Nachweis: Die blauen Ver- stücke mit Wasser extrahirt, die Flüssigkeit mit Chloroform geschüttelt, was den Farb- — erst blau, dann grün werdend — aufnimmt. Zur abgegossenen Chloroformlösung etwas mit Schwefelsäure angesäuertes Wasser gesetzt, das den Farbstoff aufnimmt. rothe vom Chloroform getrennte Flüssigkeit wird mit Barytwasser neutralisirt, er- t, bis die blaue Farbe wieder auftritt, wieder mit Chloroform geschüttelt, aus der blauen roformlösung krystallisirt das Pyocyanin beim Verdunsten. — Neben dem Pyocyanin nt noch im Eiter vor

oxanthin, ein gelber Farbstoff, der aus der ersten Chloroformlösung durch etwas Aether ittels) aufgenommen wird. Vielleicht kommt im Eiter auch Indigo vor.

chweissfarbstoffe. Es sind rothe (blutiger Schweiss) und blaue nachgewiesen, über chemische Natur noch keine brauchbaren Angaben existiren. Der blaue Schweiss mag nd da von Pyocyanin gefärbt sein. Bei Kupferarbeitern ist an Kupfersalze zu denken Wäscheverunreinigung?) BIZIO fand einmal Indican im Schweiss.

Augen- und Hautpigmente = Melanin, schwarzes Pigment. Normal meist als Z inhalt in kleinen Körnchen, pathologisch in flachen rhombischen Krystalltafeln mi spitzen Winkeln. Sehr wenig löslich, eisenhaltig. Im schwarzen Augenpigment fan MANN 0,254% Eisen. Seine Formel ist nicht bekannt. Es kommt vor als Pigment de roidea, im MALPIGHI'schen Gewebe der Negerhaut und der Haut dunkelgefärbter Völker, an dunkleren Hautstellen der Europäer, in den Haaren, in den Lungen, Bronchialdrü schwarzes Pigment melanotischer Geschwülste, als schwarzer sedimentirender Farb Harn, als Pigment der Dinte mancher Cephalopoden, in den Pigmentzellen der Amp haut. Sein Eisengehalt stellt es nahe an das Hämatin, von dem man seine Absta herleitet.

Ueber zufällige Körperbestandtheile vergleiche man bei Harn und a. a. O

Die chemischen Vorgänge zeigen in jeder Zelle eigenthümliche Verschiedenheiten.

Der Vorgang der Eiweisszersetzung sowie der Zersetzung der organ Stoffe überhaupt ist in den verschiedenen Zellen ein verschiedener. Sch primären Veränderungen, welche das Eiweiss in dem Inhalte der verschie Zellen erfährt, sind verschiedener Natur, wie die Bildung des Caseïns, des sins etc. beweist, je nachdem das Eiweiss zu einem Bestandtheile einer drüse oder einer Muskelzelle wird. Auch die Umwandlungen, welche die minate erleiden bei ihrer Verwendung zur Bildung der Zellmembranen un Zellenzwischenmaterien sind verschiedener Art, je nachdem sie in der oder anderen Zellengruppe vor sich gehen, wie die chemischen Verschieden des leimgebenden Stoffes, des Knorpel- und Hornstoffes, des elastischen S des Mucins, die wir an getrennten Orten zu den angegebenen Zwecken b finden, lehren.

Aehnlich verschieden verhalten sich in den anatomisch verschiedenen die weiteren Zersetzungsvorgänge, welche zu den einfachen Produkten der re siven Metamorphose führen, wie sie den thierischen Organismus endlich lassen.

Leider ist die zoochemische Analyse in ihren Resultaten noch zu wenig geschritten, als dass man für alle Zellen und Zellenderivate schon den Zersetz modus genau bezeichnen könnte, doch liefern jene wenigstens vorläufig de weis des aufgestellten Satzes von der Verschiedenheit in den Zellenvorg Der Erfolg ist dabei jedoch überall der gleiche, stets werden schliesslich Ko säure, Wasser und Ammoniakverbindungen gebildet, nur der Weg, welc diesem endlichen Ziele führt, ist ein verschiedener.

Um uns ein Bild von den chemischen Veränderungen der organischen in den anatomisch verschiedenen Zellen zu machen, müssen wir die Bestan der betreffenden Zellen nach ihrem Sauerstoffgehalt ordnen.

Danach würde in dem Muskelgewebe die Zersetzung in folgender Or vor sich gehen (GORUP-BESANEZ):

lösliches Albumin
gerinnbare Eiweisssubstanzen (Myosin)
Syntonin
Elastin (Substanz des Sarkolemmas)

Inosinsäure	N haltige Zersetzungsprodukte.
Sarkin	
Xanthin	
Kreatin	
Kreatinin	

Fette	N freie Zersetzungsprodukte.
flüchtige Fettsäuren:	
Ameisensäure . . .	
Essigsäure	
Buttersäure	
Dextrin	
Zucker	
Inosit	
Milchsäure	

ılich gestaltet sich die Reihe der Zersetzungen in dem Nervengewebe, sich in ihm verschiedene Albuminate, die in den Nervenfasern dem ıder vornehmlich angehören, und es besitzt die gleichen N haltigen Zer-toffe wie die Muskeln. Die Markscheide der Fasern erscheint fettig, es aber, ob wirkliche Fette in der Nervensubstanz vorkommen. Die Haupt-steht aus Protagon, jenem hochzusammengesetzten, N und P, aber keinen enden Körper und dem Lecithin, welches vielleicht (Liebreich) ebenso us der Nervensubstanz dargestellten phosphorhaltigen fettartigen Stoffe: horsäure, Glycerinphosphorsäure aus der Zersetzung des Protagons Man findet noch Cholesterin. Die übrigen N freien Stoffe sind vielleicht ıen wie oben.

chemischen Vorgänge in dem Bindegewebe charakterisiren sich einerseits e Bildung der leimgebenden Substanz aus den Albuminaten, andererseits e Entstehung des Chondrins und durch die gegen chemische Einwirkun-h ihre Widerstandskraft ausgezeichnete elastische Substanz. Die Zellen ı Albuminate, Myosin. Das Bindegewebe zeigt mannigfache Einlagerungen ıer und anorganischer Natur: Pigmente, Fette, Kalksalze etc. Die wei-rsetzungsprodukte der primären Bestandtheile sind noch wenig unter-d das, was den Ernährungsflüssigkeiten und dem Gewebe selbst angehört, ıt exakt getrennt.

ıer steht es mit der Erforschung der Chemie der drüsigen Organe.

ler Leber ordnen sich die Zersetzungsproducte etwa in folgende Reihe -Besanez):

Collagen oder leimgebender Stoff	
Taurocholsäure } Gallensäuren	N haltige Zersetzungsprodukte.
Glycocholsäure } Gallensäuren	
Gallenfarbstoff	
Tyrosin (?)	
Leucin	
Guanin (?)	
Sarkin	
Xanthin	
Harnsäure	
Harnstoff	

Stearin	N freie Zersetzungsprodukte.
Palmitin	
Oleïn	
flüchtige Fettsäuren	
Cholesterin	
Glycogen	
Traubenzucker (?)	
Inosit	
Milchsäure	

Unter den N haltigen Zersetzungsprodukten der Milz fehlen die m Leber sich bildenden Gallensäuren, dagegen findet sich mit den bei der geführten besonders die Harnsäure; von eigentlichen Kohlehydraten ko Inosit und Milchsäure vor, neben den flüchtigen Fettsäuren finden die Bernsteinsäure, Cholesterin. Charakteristisch ist für die Milz eisenhaltiges Albuminat (das Eisen ist wohl als phosphorsaueres darin e und eisenhaltige noch wenig studirte Pigmente.

In dem Pankreas findet sich neben Leucin, Tyrosin und Xant sicher das Guanin. Die N freien Zersetzungsstoffe sind etwa die gleich der Milz.

In den Nieren ist Sarkin, Xanthin, Kreatin, Harnsäure und Harn halten, von stickstofffreien Stoffen Inosit.

In dem Lungengewebe hat man folgende Stoffe nachgewiesen:

Albumin, Leucin, Taurin, Tyrosin, Harnsäure, Harnstoff, Inosit, Ox

Die Resultate der Gewebechemie liefern uns somit wenigstens Anha für eine Beurtheilung der chemischen Vorgänge in den verschiedenen Zel sehen, dass jede thierische Zelle Zersetzungsprodukte enthält, die zwar gemeinsamen Charakter nicht verkennen lassen, indem sie Reihen bilder von hochzusammengesetzten Stoffen immer tiefer und tiefer bis zu den dukten herabsteigen, aber doch in jeder anatomisch verschiedenen Zell ihr specifisches, originelles Gepräge tragen.

Der Lebensvorgang in den einzelnen thierischen Zellen ist zwar dem nach der gleiche, überall beruht er im Grunde auf Rückbildung unter Sa aufnahme; in jeder Zelle jedoch werden diese Vorgänge modificirt n Funktionen die in dem Haushalte des Thierorganismus von ihr gefordert Die Stoffzersetzung in dem Muskelgewebe, das den mechanischen Kraftl vorzustehen hat, ist ein verschiedener Vorgang und führt primär zu ande dukten als die chemische Thätigkeit in den Leberzellen oder den Zellen de und Darmdrüsen, welche zu bestimmten chemischen Umgestaltungen v verwendet werden zum Zwecke, diese für den thierischen Organismus rungsflüssigkeit brauchbar zu machen.

Funktionen der anorganischen Zellenstoffe.

Wir haben schon im Allgemeinen die Wichtigkeit der sogenannten bestandtheile des thierischen und pflanzlichen Körpers betont. In de dienen sie theils dazu, den Pflanzenorganen als sogenanntes Skelett eine Festigkeit zu ertheilen, und sind somit schon von diesem Gesichtspunkte

sser Bedeutung für das Pflanzenleben; noch wichtiger sind aber jene, z. B. die salze, die man in einer bestimmten Beziehung zur Erzeugung der organischen ffe erkannt hat. Es steht nach den besten Untersuchungen die Menge des in Getreidesamen sich bildenden Eiweisses in einem geraden Verhältnisse zu phosphorsaueren Salzen, die der Pflanze als Nahrungsmittel zu Gebote stehen. ähnliches Verhältniss scheint zwischen der Bildung der Pflanzensäuren und Alkalien zu bestehen, ohne Kalisalze ist kein Wachsthum möglich.. Ohne sser und Sauerstoff ist die Entstehung und Erhaltung alles organischen Lens vollkommen undenkbar.

In der thierischen Zelle finden wir die organischen Stoffe ebenso wie in der nzenzelle mit jenen anorganischen Stoffen gemischt. Auch hier scheinen sie beiden oben angedeuteten Zwecken zu dienen. Zur Verleihung einer grösse- Festigkeit der Gewebe finden sich im thierischen Organismus vor allem die bindungen der Kalkerde mit Phosphorsäure und Kohlensäure verwendet. Die tigkeit der Knochen und des verknöcherten Bindegewebes beruht auf einer lagerung in ihre Zwischenzellenmassen vornehmlich von phosphorsauerem und nsauerem Kalk.

Sicher sind die verschiedenen anorganischen Bestandtheile, welche sich im inhalte gelöst befinden, die Hauptursache der Verschiedenheit der Oxyda- vorgänge in den verschiedenen Zellen. Das Vorwiegen der Phosphorsäure dem Muskelgewebe und der Nervensubstanz wird Veranlassung der dort so ch entstehenden sauren Reaktion, das Vorwiegen der kohlensauren Alkalien den Säften des Blutes, der Lymphe gibt diesen ihre Alkalinität. Es ist selbst- ständlich, dass in saueren oder alkalischen Flüssigkeiten chemische Vorgänge wesentlich verschieden gestalten müssen, auch wenn in beiden die consti- nden Stoffe vollkommen die gleichen wären.

So wird uns schon durch diese Betrachtung der Werth der anorganischen für die Zellenvorgänge verständlich, noch mehr werden wir in ihre Bedeu- in den Besprechungen des folgenden Capitels über Diffusionserscheinungen führt werden. Die speciellen Auseinandersetzungen finden sich bei der Lehre den Nahrungsstoffen, sowie bei den einzelnen Organen und Flüssigkeiten, vor bei dem Harn.

Im Einzelnen ist uns in Beziehung auf die Aschenbestandtheile noch das iste unklar. Wir stehen vor einem Räthsel, wenn wir sehen, dass die Verthei- g der anorganischen Stoffe nach den verschiedenen Zellengruppen eine Ver- edenheit erkennen lässt. Wir fragen vorläufig umsonst nach dem Grunde, der der Flüssigkeit des Blutes die Natronsalze, in den geformten Blutbestandtheilen r im Muskel die Kalisalze vorwiegen lässt. Dass es für die Chemie der Zellen, denen sie sich finden, von höchster Wichtigkeit ist, ob sie Kali oder Natron, sphorsaure oder kohlensaure Salze enthalten, steht fest und wird uns noch ter klar werden; woher ihnen aber die Fähigkeit der Aneignung der für ihre mmensetzung nöthigen anorganischen Stoffe ertheilt wird, ist ein Problem, das eine spätere Zeit die Forschung erst Aufklärung zu geben hat. Die anor- nischen Bestandtheile scheinen mit den organischen Stoffen in chemische Ver- dung zu treten, in welcher Weise ist für's erste noch wenig erforscht.

Nach v. Gorup-Besanez Zusammenstellung sind folgende anorganische Bestandtheile in thierischen Organismen physiologisch enthalten:

I. Wasser.

II. Gase:

Sauerstoffgas	Kohlensäuregas
Wasserstoffgas	Sumpfgas
Stickstoffgas	Schwefelwasserstoffgas.

III. Salze:

Chlornatrium	Phosphorsaurer Kalk
Chlorkalium	Phosphorsaure Bittererde
Chlorammonium	Phosphorsaure Ammoniak-Bittererde
Fluorcalcium	Phosphorsaures Natron-Ammoniak
Kohlensaures Natron	Phosphorsaures Eisen (das Eisen au
Kohlensaures Kali	in anderen unbekannten Verbind
Kohlensaures Ammoniak	Salpetersaures Ammoniak
Kohlensaurer Kalk	Salpetrigsaures Ammoniak
Kohlensaure Bittererde	Schwefelsaure Alkalien
Phosphorsaures Natron	Schwefelsaurer Kalk.
Phosphorsaures Kali	

IV. Freie Säuren:

Chlorwasserstoffsäure, (Schwefelsäure), Kieselsäure.

Mikrochemie und chemische Lebensthätigkeiten der Zellen und des E

Im Allgemeinen gehen aus dem Vorstehenden die Hauptgesetze der schen Stoffmetamorphose in den animalen Zellen hervor, doch sind wir no entfernt, über die Vorgänge im Einzelnen uns genügende Rechenschaft g können. An die rein chemischen Beobachtungen, auf die wir bisher reihen sich noch mikrochemische Untersuchungsresultate an, die uns ein blick in die Stoffvertheilung und Stoffwandlung in den Einzelzellen der v denen Gewebe gewähren.

Wir sehen die Lebenserscheinungen der Zellen an das Vorhandensein Thätigkeit des Protoplasmas (Cytoplasmas) geknüpft, es ist dieses, wenn der Ausdrucksweise Kölliker's bedienen wollen, »der vorzugsweise leben der Zellen«, an ihm läuft der Stoffwechsel der Zellen hauptsächlich ab, dung der übrigen Zellenstoffe hat in ihm seinen Ausgangspunkt, ein Theil ben sind nur als Ausscheidungen, Differenzirungen desselben zu betracht Ernährungsvorgänge der Zellen haben einen Hauptzweck in der Bildung Protoplasmas. Ueber die Verschiedenheit des Protoplasmas in den einzelne wissen wir noch wenig. Der Hauptbestandtheil des Protoplasmas alle scheinen im Wasser gequollene Albuminate oder noch höher zusam setzte Stoffe zu sein, welche wie das Hämoglobin, Vitellin durch il setzung erst Albuminate entstehen lassen neben anderen für die Zelle wichtigen Stoffen. Dieser Hauptbestandtheil ist mit einer wahren Lösung tränkt von löslichen Zuckerarten und Salzen, von denen ein Theil fester g erscheint, und verbunden mit neutralen Fetten und den Zersetzungspr jener oben genannten höchsten chemischen Produkte des organischen Leb

Mit Recht kann man die chemischen Vorgänge in den animalen Zelle mit dem Protoplasma in ursächliche Verbindung bringen, wie wir sie

enzellen unzweifelhaft an die Anwesenheit des Protoplasmas und seiner kte, Chlorophyllkörper, Zellkern geknüpft sehen. Auch in der animalen scheint die Hauptthätigkeit der Zellenchemie von dem Kerne auszugehen. sehen die Lebensthätigkeiten der Organe mit der Bildung organischer ren, z. B. Fleischmilchsäure verlaufen, deren Entstehen um so reichlicher indet, je lebhafter die Thätigkeit der Organe ist. So sehen wir die neutrale schwach alkalische Reaktion des Muskel- und Nervengewebes durch angegte Thätigkeit in eine sauere Reaktion umschlagen. Diese chemische Umwand- des Zelleninhaltes geht, wie es scheint, meist von dem Zellkern aus, der in der nden Zelle fortwährend eine sauere Reaktion erkennen lässt (Beale, Kölliker, ske) im Gegensatz zu seinen alkalischen Umgebungen. Diese sauere Reaktion eichnet sich in der Eigenschaft des Kernes, sich in neutraler Lösung von carurem Ammoniak rasch und bleibend roth zu färben (Gerlach) durch Fixi- von Carminsäure. Die Säurebildung findet sonach, offenbar unter besonders er Einwirkung des in die Zelle aufgenommenen Sauerstoffs, beständig im nkerne statt, bei der gesteigerten Thätigkeit (und dem Absterben) der Zelle diese Säurebildung so mächtig, dass sich saure Reaktion in der Gesammt- und ihrer Umgebung geltend macht, die sonst von den alkalischen umspün Gewebs- und Zellensäften neutralisirt wird.

Der Stoffwechsel des Protoplasmas ist nach dem Vorstehenden mit der Bil- einer organischen Säure (z. B. Fleischmilchsäure) verknüpft, die höchsthrscheinlich selbst wieder als das Zersetzungsprodukt einer höher zusammenzten Verbindung, z. B. eines Kohlehydrates, einer Zuckerart angesprochen rden darf. Es ist nicht ganz unwahrscheinlich, dass diese fraglichen Fleischchsäure liefernden Stoffe wenigstens zum Theil Zersetzungsprodukte der uminate sind. Vielleicht haben wir hier das eine Produkt der Spaltung Albuminate die (Liebig) einen oder mehrere stickstofffreie und einen oder hrere stickstoffhaltige Stoffe liefern soll. Kölliker ist es gelungen auch das chen eines Stoffes der zweiten Gruppe, der stickstoffhaltigen Körper, welche dem Harnstoff in mehr oder weniger naher Verwandtschaft stehen, aus dem eissreichen Protoplasma sicher nachzuweisen, was bisher bei Muskeln und rven noch nicht mit der genügenden Sicherheit möglich war. Das eiweisse Protoplasma der Zellen der Leuchtorgane von Lampyris unterliegt zeitweilig er so lebhaften Sauerstoffeinwirkung, dass dabei Lichtentwickelung entsteht. liker konnte mikroskopisch nachweisen, dass dabei harnsaures Ammo- k gebildet wird, eine Entdeckung die theoretisch vom grössten Werthe ist.

Die Zellen der animalen Organismen enthalten wie die Pflanzenzellen entder mehr oder weniger gleichmässig gemischtes Protoplasma, oder es zeigen h Flüssigkeiten, Zellsaft aus diesem ausgeschieden. Kölliker nennt die eren Zellen, zwischen denen und den folgenden viele Uebergänge existiren, plasmatische im Gegensatz zu der zweiten Art, den diplasmatischen Zellen. animalen Zellen gehören in der Jugend und während ihres normalen Lebens überwiegenden Mehrzahl nach der ersten Gruppe an. Deutlich diplasmah sind die Fettzellen, bei denen das Protoplasma auf ein geringes Minimum den Kern reducirt scheint, während der übrige Zellenraum von flüssigem Fett füllt ist. Dasselbe ist bei den Leberzellen bei reichlichem Fettgehalt der Nahg, z. B. bei säugenden Thieren der Fall. Auch die Abscheidung fester Sub-

stanzen aus dem Protoplasma reihen die Zellen, in denen das stattfindet, an diplasmatischen an. So finden sich Pigmentkörner, die Eiweiss(?)körperchen Dotter, Körner von harnsauren Salzen und Kalksalzen in den Zellen nieder Thiere. Bei den Zellen der Drüsen scheint sich, wenn nicht der ganze Zellinh in Sekret umgewandelt und damit die Zelle zerstört wird, meist ein Theil d Zelle, ihr Protoplasma, zu erhalten und seine Verluste neu zu ergänzen, währ daneben beständig Stoffe aus dem Protoplasma abgeschieden werden, die als Dr senzellensekrete die Zelle verlassen. Am deutlichsten ist dieser Vorgang der Ab scheidung der Zellensekrete aus dem Protoplasma bei einzelligen Drüsen (cf. S. die neben dem Hohlraum, der die Ausscheidungen aufnimmt, welche durch d Ausführungsgang der Drüsenzelle entfernt werden, noch eine mehr oder wen reichliche Protoplasmamenge bewahren.

Es unterliegt keinem Zweifel, dass auch die vom Protoplasma ausgeschied nen Stoffe, z. B. in den Zellsäften und den Zellmembranen einen fortgesetzt Stoffwechsel und Erneuerung ihrer Bestandtheile erleiden. Für den Wechsel d Zellsaftes macht Kölliker als auf eines der hiefür belehrendsten Beispiele auf schon angeführten fetthaltigen Zellen, z. B. aus der Leber säugender Thiere u die eigentlichen Fettzellen, aufmerksam, in denen das zeitweise massenhaft gehäufte Fett ganz verschwinden kann. Auch die Zellmembranen und Kaps unterliegen dem Stoffumsatz, wie man z. B. aus der erwähnten, an die Bildu der Tüpfelzellen bei Pflanzen erinnernden Usur der Kapseln der Knorpelzell bei Rachitis (S. 6) abnehmen kann.

Der diplasmatische Zustand der Zellen, z. B. der Drüsenzellen, ist als Vo läufer der Z e l l e n a u s c h e i d u n g, wie schon angedeutet, aufzufassen; es find sich aber auch bei Zellen lebhafte Abscheidungen aus der Zelle, wenn sie auch ke Sonderung des Zelleninhaltes in Protoplasma und Zellsaft erkennen lassen. D Abscheidungen sind theils fester, theils flüssiger Art. Zu den f e s t e n A b s c h e i d u n g e n rechnet Kölliker die Intercellularsubstanzen [1], die vor allem bei d Bindegewebe mächtig entwickelt vorkommen, und die Cuticularbildungen. D Stoffe, welche diese festen Zellenabscheidungen bilden, hat die Zelle nicht v aussen direkt bezogen, da sie in den Ernährungsflüssigkeiten nicht enthalten si Schleim, leimgebende, chondringebende, elastische Substanz, bei den Tunica die Cellulose, sind aus dem Nährmaterial durch die specifische Zellenthätigk erzeugt. Viele Zellen scheiden flüssige Zwischenmaterie, Z w i s c h e n z e l l e n f l ü s s i g k e i t e n aus. Hier haben wir an die Blut-, Lymph- und Chylusflüssig keiten, an die Drüsensäfte und Parenchymsäfte zu denken, die auf Rechnung d Zellenthätigkeit zu setzen sind. Diese Abscheidung von Flüssigkeiten zeigt in fern eine Verschiedenheit, als einige Zellen Stoffe ausscheiden, die ihnen vom B zugeführt wurden, wie z. B. die Nierenzellen, andere Zellen aber analog den g nannten festen Abscheidungen, Stoffe abgeben, die sie durch ihre specifisc Lebensthätigkeit in sich gebildet haben, wie die Zellen der Leber, der Magensa drüsen.

So unterliegt also die ganze Zelle mit allen ihren Organen und Bestandthei dem Stoffumsatz.

Der Stoffumsatz in den Zellen ist an eine Aufnahme von Sauerstoff gebunde

---

1) Conf. dagegen oben bei Bindegewebe S. 25 ff.

ein Vorgang, den man im Allgemeinen als Zellenrespiration bezeichnen kann. Was von den Geweben bekannt ist, dass sie dem Blute und unter anormalen Bedingungen der Luft Sauerstoff zur Unterhaltung ihrer Thätigkeit entziehen und theils sogleich verwenden, theils zur Verwendung in sich in irgend einer Weise aufspeichern, um von diesem Vorrath zu zehren, das zeigen auch die einzelnen Zellen. Einzellige Thiere und Pflanzen respiriren; bei Thieren die durch Tracheen (cf. Athmungsorgane) athmen, verzweigen sich diese Luftkanäle nicht nur an den Zellen, sondern dringen sogar in diese ein, wie in die Zellen der Spinnorgane der Raupen und in die Muskelzellen (Kölliker).

Offenbar steht der Stoffwechsel in den Zellen auch unter Nerveneinfluss. Wir sehen ihn dadurch zeitweilig enorm gesteigert werden, wie in dem thätigen Muskel- und Nervengewebe oder in den Leuchtorganen der Lampyris, in den Drüsenzellen des Verdauungsapparates etc. Wie wir uns diesen Nerveneinfluss zu denken haben, ist noch nicht sicher festgestellt, elektrische Vorgänge spielen vielleicht hier eine Rolle.

Man betrachtet, wie aus der Darstellung der Formverhältnisse der Zellen hervorging, **die Eizelle** gewöhnlich als den Typus der Zellen, da sich alle folgenden aus ihr entwickeln. Die Eier oder deren Dotter, welche eine grössere, der genaueren chemischen Analyse ausreichende Masse darbieten, bestehen jedoch der Hauptmasse nach nicht aus der eigentlichen Eizelle, sondern aus dem sogenannten Nahrungsdotter, der zwar das Material für den sich ausbildenden Organismus liefert, der aber doch nicht direct mit dem Protoplasma identificirt werden darf. Immerhin haben wir es mit dem ersten Nahrungstoff zu thun, aus dem die animale Zelle ihre Bestandtheile bildet, und zwar zu einer Zeit, in der das specifische Zellenleben sich erst auszubilden beginnt, in der sonach die den Zellen gelieferte Nahrung möglichst schon die Zusammensetzung der Zelle selbst besitzen wird. Von diesem Gesichtspunkt aus ist die Physiologie der Eier der Vögel, Amphibien und Fische, die eine nähere Untersuchung erfahren haben, von Wichtigkeit für die Lehre von dem Einzelleben der Zelle. Leider sind die Resultate auch bei ihnen noch wenig genügend.

Im Eidotter sind mit Sicherheit folgende Stoffe nachgewiesen: Eiweissstoffe, Fette (Olein und Palmitin), ein phosphorhaltiger organischer Körper von höchster Zusammensetzung, das Vitellin, das durch seine Zersetzung wahrscheinlich Eiweiss und Lecithin bildet (Hoppe-Seyler), ein gelbes und ein rothes eisenhaltiges Pigment, Traubenzucker, Cholesterin und Salze, unter diesen Kalisalze, aber auch reichlich (mehr) Natronsalze und Phosphorsäure. Die Zusammensetzung entspricht also etwa der des Protoplasmas, wie wir sie oben zu geben versucht haben. Das Eiweiss, welches die Dotter der Vogeleier umhüllt, besteht ausser reichlich Wasser vorzüglich aus Albuminaten und zwar hauptsächlich in Salzen gelöstes Albumin, wenig Kalialbuminat und nur Spuren von Globulin, ausserdem ziemlich viel Traubenzucker (8% der festen Stoffe) und Asche (3% der festen Stoffe), die reich an Chlor und arm an Phosphorsäure ist, aber überwiegend Kalisalze enthält, daneben Natron, Kalk, Magnesia, Eisenoxyd, Kieselerde für die Bildung der Federn. Ein Theil des Kalkes zur Entwickelung des Embryo wird auch von den Eierschalen geliefert, die hauptsächlich aus kohlensaurem Kalk und kohlensaurer Magnesia bestehen.

Zur Entwickelung bedarf das Ei der Zufuhr von Wärme und Sauerstoff, es zeigt eine vollständige Respiration. In dem stumpfen Ende des Hühnereies be-

findet sich ein mit Luft gefüllter Raum, in welchem nach BISCHOFF im Mittel 2 Volumenprocente Sauerstoff sich finden, also mehr als in der atmosphä schen Luft, welche in 100 nur 20 Volumina Sauerstoff (= 23 Gewichtsproc besitzt. Diese Luft wird als Athemreserveluft angesehen. Ausserdem muss sich entwickelnden Ei beständig Sauerstoff zugeführt werden, für welche Kohlensäure und Wasser ausscheidet. Nach den Beobachtungen BAUMGÄRTN der Hühnereier in einem Apparat künstlich ausbrütete, in dem er die aufgen mene Sauerstoffmenge und die abgegebene Kohlensäure und das Wasser bes men konnte, verloren die Eier in 20 Tagen bis zum Ausschlüpfen des Hühnc 26,82% an Gewicht unter Aufnahme von 6,29% Sauerstoff und Abgabe 8,412% Kohlensäure und 24,69% Wasser. Das Volum des eingeathmeten Sa stoffs ist stets etwas grösser als das der exspirirten Kohlensäure, da der Sa stoff nicht nur zur Bildung der Kohlensäure und eines kleinen Theils des Was sondern zur Bildung auch anderer Stoffwechselprodukte verwendet wird, di Ei nicht verlassen. Die weiteren Stoffwechselvorgänge im Ei sind im Einz noch sehr wenig bekannt. Im Allgemeinen entsprechen sie den für die anir Zellen bisher erkannten Gesetzmässigkeiten.

Wenn wir auch nicht verkennen dürfen, dass uns die Wissenschaft s jetzt die allgemeinen Principien für die Beurtheilung der chemischen Vorgän den Zellen der Pflanzen und Thiere geliefert hat, so bleibt doch in Beziehun die einzelnen Akte der Zellenthätigkeit der Forschung noch eine grosse Aufgal lösen, die um so wichtiger ist, da nicht nur die Formbildung, sondern auc Kräfteerzeugung in den Zellen und durch die Zellen von der Thätigkeit des lenchemismus bedingt werden.

Die Eier der Fische und Amphibien unterscheiden sich von den Eiern der nicht unwesentlich. In der Dotter der unreifen Eier der Schildkröten, der Rai und Knochenfische finden sich krystallähnliche Blättchen: Dotterblättchen von wec der Gestalt und Zusammensetzung, nach RADLKOFER wahre doppelbrechende Kr (cf. folgendes Capitel). Sie zeigen weder vollkommen das mikrochemische Verhalt Eiweisses, noch das der Fette (VIRCHOW), sie enthalten nach VALENCIENNES und Fr viel Phosphor, dass es wahrscheinlich erscheint, dass dieselben aus Vitellin oder wen sehr nahestehenden Stoffen bestehen (Paravitellin nach GOBLEY); man bezeichnete Stoffe bisher als: Ichtin, Ichtidin, Ichtulin, Emydin, scheint aber bei der suchung stets unreine Substanzen vor sich gehabt zu haben. Diese farblosen und glänzenden Krystalle oder Krystalloide zeigen in den Eiern einzelner Species con Formen. Bei Raja clavata sind es rechtwinkelige Tafeln, bei Squalus galeus sind sie gonal, bei Rana quadratisch, elliptisch oder kreisrund bei Torpedo marmorata. Nach G Untersuchungen zeigen chemisch die Karpfeneier und das Eigelb der Hühnereier Uebereinstimmung (v. GORUP-BESANEZ):

	Hühnerei in %	Karpfenei in %
Wasser	51,486	64,080
Feste Stoffe	48,514	35,920
Vitellin resp. Paravitellin	15,760	14,060
Palmitin und Olein	21,304	2,574
Cholesterin	0,438	0,266
Phosphorhaltige Fette	8,426	—
Lecithin	—	3,045
Cerebrin (Protagon)	0,300	0,205
Extraktivstoffe	0,400	0,389

	Hühnerei in %	Karpfenei in %
Pigmente	0,553	0,033
Chlorammonium	0,034	0,042
Chlornatrium und Chlorkalium	0,277	0,447
Schwefelsaures und phosphorsaures Kali		0,037
Phosphorsaure Erden	1,022	0,292
Membransubstanz	—	14,530

ıch den Untersuchungen von PROUT nimmt bei der Bebrütung, bei der Ausbildung des ·yo der Gehalt des Eiinhaltes sehr bedeutend an Kalk und Bittererde zu, die beide ıar aus der Schale entzogen werden. Während bei zwei unbebrüteten Eiern der Kalk- ittererdegehalt auf 1000 Theile nicht 1 Theil betrug (genau 0,98 und 0,99) stieg der- bei völlig ausgebrüteten Eiern auf fast 4 Theile (genau 3,96 und 3,82), die Vermehrung nach eine vierfache. Die Phosphorsäure der Dotters wird mit dem Kalk der Eischale nochenbildung verwendet. Während der Bebrütung vermindert sich der Fettgehalt des ereies (PREVOST und MARIN). BURDACH fand aber eine bedeutende Zunahme des Alkohol- ıetherextraktes bei den sich entwickelnden Eiern einer Helixart: Limnae usstagnalis, die osten der Albuminate statthaben soll, die ihm eine Verminderung ergaben. Der Alkohol- ıetherextrakt kann jedoch nicht als »Fett« betrachtet werden, da er eine bedeutende e anderer Substanzen noch enthält; auf welchen Stoffen die betreffende Zunahme be- bedarf weiterer Untersuchung (GORUP-BESANEZ).

Drittes Capitel.

Die Physik der Zelle.

Vom Gesetz der Erhaltung der Kraft.

Die Elementarstoffe, an welchen das animale Leben zur Erscheinung komm sind von den Stoffen der anorganischen Natur nicht verschieden; die gleich Elementarbestandtheile bilden Luft und Boden und gehen in die Zusamme setzung der lebenden Organismen ein.

In unseren vorausgehenden Betrachtungen lernten wir den Kreislauf d Materie kennen, in welchem aus den anorganischen Stoffen Stoffe organischer A gebildet und diese wieder zurück verwandelt werden in chemische Verbindung die den Charakter des anorganischen an sich tragen.

Dadurch, dass chemische Elementarstoffe in chemische Verbindungen irg welcher Art eintreten, verlieren sie selbst Nichts an ihren chemischen Eigensch ten. Es wird durch die chemischen Verbindungen der Elemente unter einand wodurch Stoffe mit ganz neuen Eigenthümlichkeiten entstehen, an ihnen Nic geändert. Durch die chemische Verbindung geht keine der Eigenschaften d vereinigten Stoffe absolut verloren. Man kann aus allen, auch aus den am co plicirtesten zusammengesetzten chemischen Körpern die constituirenden einfach Stoffe vollkommen nach Form, Gewicht und Kräften wieder erhalten, wie sie z Bildung des betreffenden Körpers zusammengetreten sind.

Auch dann, wenn ein chemischer Stoff Bestandtheil eines lebenden Organis mus geworden ist, verliert er Nichts an seinen ihm in anorganischem Zustand zugehörenden Eigenschaften.

Wir finden in den chemischen Vorgängen im Organismus das gleiche Sp der chemischen Affinitäten und wechselseitigen Anziehung und Abstossung w es sich in den anorganisch-chemischen Vorgängen zeigt. Die Salzbildung a Säuren und basischen Körpern findet sich in den Flüssigkeiten der Zellen eben wie ausserhalb derselben; keines der Elemente verliert seine Fähigkeit, sich m Sauerstoff zu vereinigen; die Vereinigungsprodukte der Elemente mit Sauerst sind schliesslich die gleichen, welche sich auch in der anorganischen Natur a Verbrennungsprodukte der gleichen Elementarstoffe bilden. Der Kohlenstoff d chemischen Verbindungen des Organismus wird in diesem schliesslich zu Kohle säure, wie ausserhalb desselben; der Wasserstoff bildet in beiden Fällen I

iner Verbindung mit Sauerstoff Wasser. Der Lebensprocess selbst ist ein cheidekünstler, welcher aus den organischen Stoffen die sie constituirenden Bestandtheile wieder zu gewinnen versteht, zum Beweise des Satzes, dass nirgends der Natur Etwas, auch nur ein Atom von den vorhandenen Elementarstoffen erschwindet oder neu gebildet wird. Die Materie trägt für den Naturforscher den harakter der unvergänglichen Beständigkeit. Ueberall wo das Auge des Menchen ein Neuentstehen von Stoff, ein Vergehen desselben zu erblicken meint, hrt uns die Naturwissenschaft nur einen Wechsel der Form, Wechsel der chesischen Mischung der Materie kennen. Sie zeigt uns, wie aus luftförmigen, unchtbaren Stoffen sich feste sichtbare und greifbare Körper zusammensetzen en, die nach kürzerer oder längerer Zeit des Bestehens wieder zu vergehen einen, indem ihre Bestandtheile wieder die physikalischen Charaktere der Luft hmen, die sie vor der Bildung des festen Körpers besessen haben.

Das eben vorgetragene naturwissenschaftliche Grundgesetz wird das Gesetz n der Erhaltung des Stoffes genannt. Mit seiner Erkenntniss wurde die emie eine Wissenschaft.

Wie die Chemie eine Erhaltung des Stoffes lehrt, so basirt die neuere Physik dem analogen Gesetz von der Erhaltung der Kraft.

Auch die physikalischen Kräfte, welche wir in der Natur thätig sehen, wie me, Elektricität, mechanische Bewegung entstehen weder aus Nichts und ihnen geht Nichts verloren. Ueberall wo wir scheinbar eine Kraft verschwinsehen, verwandelt sie sich in Wahrheit nur in eine neue Kräfteform, und wir nen keine Bewegung herstellen, der nicht ein gleichzeitiges Erlöschen einer eren Bewegung entspricht. Wir sehen z. B. Wärme in Elektricität, Elektriit in mechanische Bewegung, mechanische Bewegung in Wärme übergehen. r sehen diese Kräfte entstehen aus einem Kraftvorrath, aus Spannkraft, die in Körpern gleichsam ruhend aufgespeichert sein kann. Rückwärts sehen wir anderen Kräfteformen wieder Spannkraft gebildet. Wir sind im Stande die mten Kräfte willkürlich die eine in die andere zu verwandeln. So beständig ie Materie selbst, sind auch die an ihr wirksamen Kräfte. Wie nirgends ein entarstoff entsteht oder vergeht, ebenso wenig entsteht eine Kraft aus Nichts r geht in das Nichts zurück. Alle Kräfte, denen wir in der Natur begegnen, d nur Umwandlungsprodukte der einen grossen, mechanischen Kraft, welche s ganze Weltall in Bewegung erhält.

Die Bewegungserscheinungen, welche wir von den animalen Organismen sgehen sehen, die ganze Kräfteentwickelung derselben scheint principiell von n Kräfteentwickelungen der anorganischen Welt verschieden zu sein.

Wo fänden sich passende Analogieen in der anorganischen Natur mit den wegungsvorgängen in den Nerven? Das seelenvolle Spiel der Gesichtsmuskeln eint Nichts mit der Mechanik unserer Instrumente gemeinsam zu haben.

Es war der grösste Fortschritt der Physiologie, als sie trotz des gegentheiligen scheines, für welchen noch das menschliche Selbstgefühl Partei nehmen zu ssen schien, erkannte, dass auch die Kräfte des thierischen und menschlichen ganismus von dem Gesetze der Erhaltung der Kraft keine Ausnahme machen. enn es der Forschung auch in manchen Einzelfällen noch nicht mit voller cherheit gelungen ist, den Modus der Kräfteübertragung in den kraftproducirenn Organen zu erkennen, so steht doch als unumstössliche Thatsache für alle

Zeiten fest, dass die mechanischen Kraftleistungen der Thiere und Menschen un[ter] Umständen zu Stande kommen, unter denen solche auch in der anorganisch[en] Natur auftreten. Die thierische Wärme, die mechanische Arbeit, die Elektricit[äts]entwickelung, die Ortsbewegungen der Flüssigkeiten und Gase, alle Bewegung[s]erscheinungen, die uns bisher im Organismus des Menschen und der Thiere [be]kannt geworden sind, gehen in ihnen nach denselben Gesetzen vor sich, stamm[en] absolut aus den gleichen Quellen, wie wir es bei ihrem Auftreten und de[n] Wirkungen an anorganischen Körpern wahrnehmen können. Die physikalisch[en] Kräfte, welche in der anorganischen Welt wirksam sind, wirken in vollkom[men] gleicher Weise auch an den in organische Verbindung eingegangenen Sto[ffen]. Wir werden in folgenden Besprechungen Gelegenheit finden, die Wirkungen [der] Schwerkraft auf den Organismus und in ihm eingehend zu betrachten. Es w[ird] sich zeigen, dass die Gesetze der Bewegung des Pendels, des Hebels ebenso [wie] in der Mechanik auch hier ihr Recht behaupten. Wir werden die thierisch[en] Funktionen abhängig finden vom Luftdrucke, von dem Drucke der einzelnen [die] Atmosphäre constituirenden Gasarten. Der Austausch der Flüssigkeiten, d[er] Uebergang von Lösungen aus einer Zelle in die andere geht im Allgemeinen [in] gleicher Weise vor sich, wie sich ausserhalb der Zelle die Stoffe mischen.

Der grösste Antheil der vom thierischen Organismus selbst producirten Kr[aft] zeigt sich als Wärme, Elektricität und mechanische Bewegung. Sie stamm[en], wenn man von den specifischen Eigenthümlichkeiten dieses Vorganges in d[en] Zellen, die in dem vorstehenden Capitel entwickelt wurden, absehen, aus e[iner] Kräftequelle, welche auch von der praktischen Mechanik zur Kräfteerzeugung [im] ausgedehntesten Maasse benützt wird: aus der Oxydation. Die genann[ten] Kräfteformen werden frei dadurch, dass sich die Körperbestandtheile mit Sau[er]stoff verbinden.

Zu der Constitution der freien Elementarstoffe gehört neben den and[eren] Eigenschaften, die sie charakterisiren, auch ein bestimmter Kraftvorrath, e[ine] Summe von Spannkräften, welche unter Umständen in wirkliche Arbeit[s]leistung übergeführt werden kann. Die chemischen Verbindungen der Elem[en]tarstoffe unter einander lassen im Ganzen eine geringere Menge von Spannkräf[ten] an sich erkennen, als die einfachen, unverbundenen Elemente selbst. Es ist dar[aus] klar, dass bei der Verbindung der Elemente unter einander, z. B. bei der Verbind[ung] mit Sauerstoff zu Oxydationsprodukten, oder wenn sich Oxydationsprodukte — Säu[ren] und Basen — mit einander vereinigten etc., die Elemente ihrer Spannkrä[fte] zum Theil oder gänzlich verlustig gegangen sind. Nach dem Principe der Erh[al]tung der Kraft kann dieses Verlorengehen kein absolutes sein, und wirklich s[ind] wir im Stande die von den Elementarstoffen bei ihrer Vereinigung freigewor[de]nen Spannkräfte als Bewegungen der Materie wieder aufzufinden: als Wärm[e], Licht, Elektricität, mechanische Bewegung: Arbeit.

Was verstehen wir unter Spannkräften? Die Spannkräfte, der Kraftvorr[ath] wird stets in die Körper hineingearbeitet, es muss eine bestimmte Summe v[on] Kraft aufgewendet, verbraucht werden, um einem Körper eine bestimmte Me[nge] von Spannkräften zu ertheilen. Am einfachsten erscheint der Vorgang bei d[em] Heben eines Gewichtes (TYNDALL), dem wir durch das Heben Spannkraft erth[ei]len, die es bei dem Fallen — etwa als Uhrgewicht — wieder in Arbeit zu v[er]wandeln vermag. So lange das Gewicht den Boden berührt, übt es einen gewiss[en]

k auf diesen aus, wir wissen, dass die Erde und das Gewicht gegenseitige -hungskraft besitzen, die Ursache jenes Drucks, der Schwere. So lange und Gewicht sich berühren, ist ihre gegenseitige Anziehungskraft soviel als ich befriedigt und es kann keine Bewegung zur gegenseitigen Annäherung stattfinden, da die wirkliche Berührung die Möglichkeit einer Bewegungs-gung ausschliesst. Denken wir uns das Gewicht an eine Schnur befestigt, über eine Rolle an der Decke des Zimmers läuft, an welcher wir es in die ziehen können. Dort verweilt es, wenn wir die Schnur befestigen, vorläufig regungslos wie zuvor auf der Erde, allein indem wir einen Zwischenraum schen Erde und Gewicht gebracht haben, wurde diesem eine Bewegung erzeu-Kraft verliehen. Das Gewicht kann fallen und während seines Herab-s eine Maschine in Bewegung setzen oder andere Arbeit leisten. Durch das von der Erde wurde dem Gewichte eine Arbeitsfähigkeit ertheilt, die wir als Kraftvorrath oder mit HELMHOLTZ als Quantität der Spannkräfte bezeich-sie rührt in dem speciellen Fall von dem Zug der Schwere, der gegenseitigen -hung des Gewichts und der Erde her, welche aber noch nicht in Bewegung -gangen ist. Lassen wir das Gewicht fallen, so wird es in jedem Augenblick die Schwere abwärts gezogen und seine gesammte Bewegungskraft ist die -e aller dieser einzelnen Wirkungen. Während des Herabfallens wird der -tsvorrath, den wir durch das Heben dem Gewichte ertheilt haben, wirksam, -ögliche Arbeit wird in wirkliche Arbeit umgesetzt. Hat das Ge-t den ersten Fuss seines Falles vollbracht, so ist die Zugkraft, die es gegen Boden zieht, um die Quantität verringert, die nöthig ist, um den Fall durch Fuss zu bewirken. Sein Arbeitsvorrath ist um »einen Fuss« vermindert, das Gewicht besitzt nun eine äquivalente Quantität von wirksam gewor-r oder lebendiger Kraft, welche in entgegengesetzter Richtung ange-let, das Gewicht wieder auf seine ursprüngliche Höhe heben würde; wenn Arbeitsvorrath verschwindet, tritt dafür lebendige Kraft als Arbeits--ung auf. Die Summe dieser beiden Arbeitsgrössen bleibt h durch das ganze Weltall gleich. Dieses Princip, nach welchem es, schon oben gesagt, ebenso unmöglich ist, Kraft oder Arbeit zu erschaffen zu vernichten, als Stoff zu erschaffen oder zu vernichten, ist eben das Ge-z von der Erhaltung der Kraft.

In dem Arm, der das Gewicht hebt, wurde eine entsprechende Quantität Kraft in anderer Gestalt verbraucht; würde das Gewicht durch eine Dampf-chine gehoben, so würde dabei eine der geleisteten Arbeit genau äquiva-e Wärmemenge verschwinden: indem sich lebendige Kraft in Spannkraft wandelt.

Die Wärme selbst ist eine Art von Bewegung, wie alle anderen leben-n Kräfte auch. Die Wärmebewegung findet meist als Oscillation an den pon-ablen, physikalischen Atomen (und ihren Aetherhüllen) eines Körpers statt, ist eine sehr lebhafte Bewegung der kleinsten Theilchen eines Gegenstandes, che in uns diejenige Empfindung hervorruft, wegen deren wir den Gegenstand warm bezeichnen. Was in unserer Empfindung als Wärme erscheint, ist also Gegenstand selbst eine Bewegung« (LOCKE bei TYNDALL).

Die Wärme, die Bewegung der Atome und ihrer Aetherhüllen wird also in un-n Beispiel in Bewegung einer grösseren Masse, diese in Spannkraft umgewan-

delt, die wieder inMassenbewegung und z. B. durch unelastischen Stoss oder R
bung in Wärme umgesetzt werden kann, welche, wenn wir Verlust ausschliess
neuerdings im Stande wäre, die betreffende Masse auf die alte Höhe zu erheb

Es ist für die Vorstellung von kaum grösserer Schwierigkeit, zwei Ato die sich vermöge einer Anziehungskraft vereinigt haben, in Gedanken ebenso einander zu trennen, wie wir Erde und Gewicht, die sich vermöge ihrer An hungskraft (Schwere) bis zur Berührung vereinigten, durch Aufwendung e gewissen Kraftsumme, durch Erhebung des Gewichtes von einander sch konnten. Die Trennung der Atome wird ebenfalls eine bestimmte, von a einwirkende Kraftsumme verbrauchen, wie die Hebung des Gewichts. Die At tionskraft, welche zwei freie, durch irgend eine Kraft getrennte Atome, w chemische Verwandtschaft gegen einander besitzen, zusammentreibt, ist zun in ihrer Wirkungsweise von der Schwerkraft nicht verschieden. Wie ein Me stein, der in das Attraktionsbereich der Erde hineingezogen wurde, auf d herabstürzt, wobei Licht- und Wärmeerscheinungen der Heftigkeit des F entsprechend eintreten, so sehen wir sich gegenseitig anziehende Moleküle, w sie in ihre Wirkungssphäre, in unmerklich kleine Entfernung gelangt sind, der grössten Heftigkeit zusammenstürzen, um sich zu vereinigen. Die chemis Kräfte, welche die Atome mit so grosser Heftigkeit gegen einander fahren mac versetzt die Atome selbst in heftige Schwingungen, die sich der Umgebung theilen können (Wärmestrahlung, Wärmeleitung).

Indem zwei Atome, die sich durch chemische Anziehung vereinigten, einander getrennt werden, wird eine bestimmte Menge Kraft aufgewendet, den freien Atomen dann ebenso innewohnt als Kraftvorrath, als Spannkräfte dem von der Erde gehobenen Gewicht. Durch das Zusammenstürzen der At durch ihre Wiederverbindung, werden diese Spannkräfte wieder in leben Kräfte: Wärme, Elektricität, äussere Arbeit umgewandelt. Chemische und p sikalische Spannkräfte sind also im Principe nicht von einander verschieden.

Das Gesetz der Erhaltung der Kraft lehrt, dass keine Kraft im Weltall schwinden oder neu entstehen könne, dass die verschiedenen lebendigen K und Spannkräfte sich nur in einander umwandeln, die Summe aller Kräfte stets die gleiche. Was wir für die Summe aller Kräfte aussagen, gilt aber se verständlich nicht, wenn wir nur eine Kräfteform, z. B. die Wärme betrach Der Wärmevorrath des Weltalls nimmt ab, wenn Wärme in eine andere lebendiger Kraft, Elektricität, Massenbewegung etc. übergeführt wird, oder sie sich als Spannkraft, als Kraftvorrath, als Vorrath an geleisteter Ar anhäuft. Die Lehre von der Umwandlung der Kräfte in einander und zwar allem von der Umwandlung der Wärme in Arbeit und umgekehrt im Sinne technischen Mechanik, welche durch den Verbrauch von Wärme Lasten Massen bewegt, pflegt man als mechanische Wärmetheorie zu beze nen, die in diesem Sinne vor allem durch CLAUSIUS ihre Ausbildung erfahren Die Begründer der Lehre von der Erhaltung der Kraft sind J. R. MAYER (R VON MAYER), HELMHOLTZ, JOULE.

Der erste Grundsatz der mechanischen Wärmetheorie behauptet die Ä valenz von Wärme und Arbeit, die sich aus dem allgemeinen Gesetz der Erhaltun Kraft ergibt. Durch Aufwendung von Wärme kann mechanische Arbeit geleistet we

ufwendung von mechanischer Arbeit kann Wärme erzeugt werden; die erzeugte brauchte Arbeit sind der verbrauchten und erzeugten Wärme proportional.

die Wärme zu messen, nimmt man meist als Einheit an die Wärmemenge, welche ist, um 1 Kilogramm Wasser von 0° auf 1° Celsius zu erwärmen. Als Arbeitseinheit, e Arbeit, welche erforderlich ist, um 1 Kilogramm auf 1 Meter Höhe zu heben; man ie Arbeitseinheit kurz 1 Kilogrammmeter, während man die definirte, als Mass e Wärmemenge als 1 Wärmeeinheit bezeichnet.

Anwendung dieser Grössen können wir nach dem Gesagten eine Zahl angeben, welche gibt, wie viel Arbeitseinheiten durch den Verbrauch einer Wärmeeinheit geleistet können und umgekehrt, wie viele Arbeitseinheiten verbraucht werden, um eine einheit zu liefern. Diese Zahl, die experimentell festgestellt werden musste, wird chanische Aequivalent der Wärme genannt. Für die obigen Grössen beträgt ittel: 430. Wenn wir andere Arbeitseinheiten zu Grunde legen, z. B. das Fusspfund s Grammmeter, so wird die Zahl natürlich eine entsprechend andere. Wir sind nach Ergebnissen im Stande, durch Verwendung von 1 Wärmeeinheit 430 Kilogramme r hoch zu heben. Umgekehrt müsste die gleiche Arbeit: 430 Kilogrammmeter ver-t werden, z. B. durch Reibung oder unelastischen Stoss, um 1 Wärmeeinheit zu d. h. um 1 Kilogramm Wasser von 0° auf 1°C. zu erwärmen.

Engländer Joule, der sich um die Lehre von der Erhaltung der Kraft neben den en Begründern derselben in höchster Weise verdient gemacht hat, hat das mecha-Aequivalent der Wärme wirklich durch den Kraftaufwand bestimmt, der erforderlich die Temperatur von Wasser oder Quecksilber durch Reibung mit einem Schaufelrad, rch ein fallendes Gewicht in Bewegung gesetzt wurde, um eine bestimmte Grösse zu n. Umgekehrt kommt man zu sehr wenig abweichenden Resultaten, wenn man die bestimmt, welche durch Aufwendung einer gewissen Summe von Wärmeeinheiten t wird. Man muss zu derartigen Bestimmungen Fälle auswählen, in welchen durch rme nichts anderes als äussere Arbeit, z. B. Heben einer Last geleistet wird, was fachsten dadurch möglich ist, dass man mit Hülfe eines vollkommenen Gases Wärme it umsetzt, indem man sich das Gas durch Wärme ausdehnen lässt. Joule hat be-, dass bei Ausdehnung eines Gases zur Entfernung der einzelnen Gasmoleküle oder keine Kraft erforderlich ist, es gehört zum Begriff des Gases, dass sich die gleich-Atome nicht anziehen, wie es die Atome der festen und flüssigen Körper thun, son-stossen. Bei der Ausdehnung der Gase kostet sonach nur die Ueberwindung eines eren Widerstandes Arbeit. Man braucht also nur festzustellen, wie viel Wärmeein-wir einem Gase mehr zuzuführen haben, um es auf eine bestimmte Temperatur zu n, wenn es sich mit Ueberwindung eines äusseren Widerstandes, also mit Leistung sserer Arbeit ausdehnt, als wir zur Hervorbringung derselben Temperatur des Gases fen, wenn es an der Ausdehnung gehindert ist und das gleiche Volum vor und nach rwärmung beibehält.

rper, deren Atome sich nicht abstossen, wie die eines Gases, werden durch Wärme lls ausgedehnt und leisten dabei durch die Ueberwindung von Widerständen eine be-bare äussere Arbeit. Um ihn ausdehnen zu können, müssen aber die Atome des enden Körpers, die sich mit einer bestimmten Kraft anziehen, aus einander gezogen n, wie wir das Gewicht von der Erde erheben mussten, in beiden Fällen mit einem nd von Kraft, die von aussen zugeführt werden muss. Es hat sonach bei festen und en Körpern die Wärme bei der Ausdehnung nicht nur äussere Kraft wie bei den Gasen, rn auch innere Arbeit, die Ueberwindung der Anziehungskraft der Atome, zu leisten. rd Wärme = Kraft gebraucht, um die der Ausdehnung entgegenstrebenden äusseren rstände zu überwinden, es wird aber auch Wärme = Kraft verbraucht, um die inneren rstände, die der Ausdehnung entgegenstehen, die Attraktion der Atome zu überwältigen. die zweite Kraftsumme, welche diese innere Arbeit leistet, wird eine Zustandsänderung Körper hervorgerufen. Innere Arbeit und äussere Arbeit zusammen bilden die Leistung

der zugeführten Wärme, deren Summe also bedeutender sein muss, als wenn die
Arbeit allein hätte geleistet werden müssen. Die Wärme, welche zur Zustandsänder
Körpers, zur inneren Arbeit der Auseinandertreibung der Atome verwendet wurde,
dem Körper angehäuft. Nähern sich die Atome einander wieder bis zur anfänglichen
lage, aus der sie durch Wärmezufuhr entfernt wurden, so wird die ganze Wärme
dazu erforderlich war, wieder frei. So sehen wir bei dem Uebergang der Gase in
sigen Zustand, bei dem Uebergang der flüssigen Körper in den festen Zustand, die
Wärmesumme wieder frei werden, welche zur Entfernung der Atome verwendet
musste.

Die Gesetze der mechanischen Wärmetheorie finden natürlich in der Physiologie,
sich um Erklärung der Krafterzeugung im Organismus handelt, ihre Anwendung. Es
selbst klar, dass das für die Wärme Ausgesagte auch für alle anderen Kraftformen
cität, chemische Kraft, Licht) Geltung behauptet, die ja alle nichts Anderes als Bew
arten sind, welche eine in die andere umgewandelt werden können. Man bed
zweckmässig bei derartigen Umrechnungen von einer Kraft auf die andere als Ma
selben Einheiten, die wir oben kennen gelernt haben, der Wärmeeinheit und des Kilo
meters. Die elektromotorischen Kräfte z. B. entsprechen dem mechanischen Aequiva
thermischen Wirkungen der chemischen Processe in den galvanischen Elementen

Es ist von selbst klar, dass, wie schon angedeutet, das Gesetz von dem Gleichbl
Kraftsumme, der Summe von lebendigen Kräften und Spannkräften, nur für ein frei
stem seine Geltung haben kann, dem von aussen keine Kräfte zu- oder abgeführt
können. Ein derartiges freies System von Kräften ist nur das Weltall, nur für dies
die Summe aller Kräfte constant. Da für das Weltall kein »Aussen« existirt, so kön
weder Kräfte neu gegeben noch entzogen werden. Wenn wir dagegen unser Fixstern
das Planetensystem unserer Sonne oder das Trabantensystem unserer Erde und ihr
des betrachten, so sind sie keine »freien Systeme«, in ihnen wird die Summe der Kr
und zunehmen können. Indem z. B. die Sonne ihre Wärme ausstrahlt, verliert sie Kr
zum Theil der Erde zu gute kommt, die dadurch an Kraftquantum gewinnt.

Von Clausius ist zu dem ersten Hauptsatz der mechanischen Wärmetheorie ein
praktisch nicht weniger wichtiger Hauptsatz aufgestellt worden. Er tritt bei den
sionen meist nur in der mathematischen Zeichensprache, als Formel auf. In Betreff de
müssen wir auf die Originaluntersuchungen von Clausius verweisen. Mit Worten
(Fick) im Allgemeinen so ausgedrückt werden: Wenn bei einem Kreisprocesse ein
Quantum Wärme in Arbeit verwandelt worden ist, so muss nothwendig gleichz
gewisses anderes Quantum von Wärme von einem wärmeren auf einen kälteren
übertragen worden sein. Oder umgekehrt: Wenn Wärme von einem kälteren
wärmeren Körper übertragen werden soll, so muss eine gewisse Arbeit verwandt
Unter »Kreisprocess« versteht Clausius eine Kette von Vorgängen, in Folge deren
per, durch dessen Vermittelung Wärme in Arbeit oder Arbeit in Wärme verwandelt
am Ende des Processes genau wieder in denselben Zustand zurückgebracht wird, in w
er sich bei Beginn des Processes befand (Fick).

Es muss noch darauf aufmerksam gemacht werden, dass manche Körper sich der
gegenüber anders verhalten als die Mehrzahl der übrigen, indem sie sich innerhalb
Grenzen durch Zufuhr von Wärme nicht ausdehnen, sondern im Gegentheile verdich

Das bekannteste Beispiel dafür ist das Wasser, das seine grösste Dichtigkeit bei
besitzt, sich also bei Temperaturen über 4°C. und unter 4°C. ausdehnt. Wenn wir
Wärme zuführen, so kann sich dieses unter Umständen anstatt auszudehnen auch v
ten. Das Wasser zieht sich zusammen, verkleinert sein Volum, verdichtet sich
Abkühlen von höheren Temperaturgraden, bis es eine Temperatur von 4°C. erreich
diesem Punkt hört die Zusammenziehung auf. Dies ist der Punkt der grössten Dich
des Wassers; von 4°C. abwärts bis zum Gefrierpunkt dehnt sich das Wasser wied
und wenn es sich in Eis verwandelt, ist die Ausdehnung bedeutend, das Eis schwim

uf dem Wasser. Wenn wir von 0°C. an Wärme dem Wasser zuführen, so zieht es sich die Wärmezufuhr zunächst, bis es 4°C. erreicht hat, zusammen, dann hört die Zuenziehung auf und es tritt anhaltendes Ausdehnen ein. Auch geschmolzenes Wismuth dehnt sich bei dem Festwerden durch Erkalten aus.

it der mechanischen Wärmetheorie steht es in Einklang, dass, wenn ein Körper z. B. etall zusammengepresst, verdichtet wird, dass sich dabei Wärme entwickelt; werden Atome mechanisch aus einander gezogen, durch Dehnung z. B. eines Metalldrahts, so Wärme verbraucht, der gedehnte Körper erkaltet. Diese Thatsache ist fast allgemein g, wie die Untersuchungen von JOULE u. A. ergaben. Doch gibt es auch davon Ausen, die an das Verhalten des Wassers und des geschmolzenen Wismuth erinnern. utschuk erwärmt sich, wenn er belastet ist, durch plötzliches Ausdehnen. WILTHOMSON, der diese Beobachtung, die gegen das allgemeine Gesetz verstösst, machte, ete sogleich, dass diese Eigenthümlichkeit des Kautschuks mit der anderen verknüpft ürde, dass er sich durch Erwärmung nicht ausdehnt, sondern zusammenzieht, ver-, seine Annahme wird durch das Experiment bestätigt.

CHELEWITSCH hat gezeigt, dass sich wie Kautschuk auch die quergestreifte Musubstanz innerhalb gewisser Grenzen (2—28°C. beim Frosch) durch Wärmezufuhr ausdehnt, sondern contrahirt. Wir werden auf dieses Factum bei der Erklärung Muskelaktion zurückkommen.

Beziehung auf das Maass der Wärme- und Arbeitseinheiten herrscht einige Willkür in eichnungsweise: Kilogrammmeter, Grammmeter sehen wir abwechselnd als Arbeitsgebraucht. Man muss sich dabei erinnern, dass die Zahl, welche die aequivalente menge misst, unabhängig ist von der Wahl der Gewichtseinheit, wenn man zur Mesder Menge des Körpers und zur Bestimmung der Wärmeeinheit dieselbe Gewichtsit benutzt. Bei der Benützung des Fusses anstatt des Meters als Höhenmass z. B. im fund muss man sich für die Umrechnung auf Kilogrammmeter erinnern, dass 1 Meter = 62 preussische Fuss ist. Die Engländer gebrauchen als Temperatureinheit oft nicht sius, sondern 1° Fahrenheit; 5°C. sind = 9° Fahrenheit. Fahrenheit nennt den Gefrier-t 32°F., sein Siedepunkt ist also 212°F. 20°C. sind gleich 36° F., wenn wir aber wissen , welche Temperatur nach Fahrenheit = 20°C. ist, so müssen wir zu 36°F. noch die unter 0°C. zurechnen; 20°C. sind also 68°F. Die normale menschliche Tempe- nach Fahrenheit's Thermometer 100°. Diese Andeutungen werden zur gelegentlichen rung genügen. Die Erwärmung von 1 Pfund Wasser um 1°C. ist = 1390 Fusspfund.

Die Ernährungsgesetze beruhen auf dem Gesetz der Erhaltung der Kraft.

Auf den ersten Blick — wenn man vergisst, dass das Gesetz von der Erhalder Kraft nur für ein »freies System,« nur für das gesammte Weltall Gültigsitzt — könnte es erscheinen, als führte dieses Princip zu der Idee eines tuum mobile. Wenn die Kräfte nicht verschwinden, wenn nur eine Kraft in die andere übergeführt wird, so scheint daraus mit Nothwendigkeit die hkeit hervorzugehen, dass ein einmaliger Anstoss, wenn nur eine richtige r Uebertragung gefunden wäre, ununterbrochen fort Bewegung und Arbeit leisten können.

Es giebt ein sehr sinnreiches Experiment: die Welt im Glase, welche n ersten Blick das organische Leben in Pflanze und Thier als ein eigent- Perpetuum mobile erscheinen lässt.

Das Experiment ist gegründet auf die Erfahrung über den Kreislauf des s aus der anorganischen in die organische Natur und aus dieser wieder in organische zurück. Die Pflanze nimmt die anorganischen Sauerstoffverbin-

dungen in sich auf und ertheilt ihnen durch ihren Lebensprocess die Spann
zurück, indem sie die Elemente von dem Sauerstoff trennt, welche die
freien Zustande angehören, sie ertheilt ihnen die Eigenschaft der Verbrennl
Das Thier nimmt die von der Pflanze mit Spannkräften versehenen Stoffe
auf, verbindet sie wieder mit Sauerstoff und benützt die dadurch verw
gewordenen Spannkräfte zu seinen mechanischen Leistungen. Die der Un
zurückgegebenen Elemente können wieder Bestandtheile der Pflanze und
mit Spannkräften versehen werden. So scheint der Kreislauf des orga
Stoffes die Lösung jenes Problemes in Wahrheit zu enthalten.

Man brachte zum Beweise dieser Verhältnisse kleine Wasserthiere und
serpflanzen in ein luftdicht zum Theile mit Wasser, welches die anorg
Bestandtheile der Pflanzen und Thiere gelöst enthielt, gefülltes Glasgefäs
Leben geht hierbei seinen ungestörten Gang, die Thiere nähren sich v
Pflanzen, die aus den Ausscheidungsprodukten der Thiere ihre verloren g
nen Organe wieder ersetzen.

Doch nur unter e i n e r Bedingung geht dieses Spiel des Lebens ungest
Welt im Glase gedeiht nur dann, wenn sie sich unter Verhältnissen befind
welchen d a s L i c h t u n d d i e W ä r m e d e r S o n n e auf sie einwirken k
im Finstern sterben sowohl Pflanzen als Thiere in dem verschlossene
sehr rasch ab.

Es ist klar, dass danach die geheimnissvolle »Lebenskraft«, welche
Pflanzenzelle den Elementarstoffen die ihnen bei ihrer Oxydation verloren
genen Spannkräfte wieder ertheilt, nicht etwas im letzten Grunde der
selbst Zugehöriges sein könne. Man dachte sich sonst das Leben selbst
Kraft, welche analog den Kräften der Mechanik in Arbeit, in lebendige Kr
gesetzt werden könnte; einen Theil der Lebenskraft dachte man von der
als Kräfte in ihre verbrennlichen Produkte hineingelegt. Diese Anscha
durch das genannte Experiment widerlegt. An sich ist die Pflanze nicht
gend, den Elementen Spannkräfte zu ertheilen; sie vermag es nur un
Mitwirkung ihr von aussen gelieferter Kräfte, des Sonnenlichtes und der S
wärme. Diese genannten Kräfte sind es, welche die Pflanze zur Desoxydat
Sauerstoffverbindungen benützt und dadurch gleichsam in sich aufspeicher
Pflanze ist im Stande, die Sonnenstrahlen gleichsam in feste Form überzuf
indem sie dieselbe in Spannkräfte des Kohlenstoffs und Wasserstoffs verwa
es sind fixirte Sonnenstrahlen, mit denen wir im Winter unsere Oefen und
erwärmen, mit denen wir durch unsere Dampfmaschinen Lasten bewegen
denen der menschliche und thierische Organismus die aktiven Bewegung
vorbringt, durch welche sich das Thier von der Pflanze unterscheidet.

Es ist schon erwähnt, dass im Dunkeln auch die chlorophyllhaltigen P
keine Kohlensäure zu zerlegen im Stande sind, sie athmen dann eben so w
Thier Sauerstoff ein und Kohlensäure aus. Sie unterliegen dann wie alle le
organischen, kohlehaltigen Stoffe den langsamen Verbrennungs-Einflüss
Luft, es bildet sich aus der Kohle der Pflanze Kohlensäure. Die Beobachtung
auch unter der Einwirkung des Sonnenlichtes nur die g r ü n e n Pflanzenth
Sauerstoffverbindungen zerlegen und Sauerstoff ausathmen, während sie d
wie die übrigen nicht grünen Theile stets Kohlensäure aushauchen vermöge
Cap. II. geschilderten Pflanzenstoffwechsels, macht verständlich, warum die

sonders die Blüthen, ähnlich wie die Thiere eine etwas höhere Temperatur n als die umgebende Atmosphäre; es beruht diese auf gleichzeitig neben soxydationen in ihnen vor sich gehenden Oxydationen, die einen Theil der uften Spannkräfte in der Pflanze selbst wieder in lebendige Kräfte über- Auf demselben Grunde beruhen die Bewegungs- und Elektricitäts-Ent- ngen in den Pflanzen, die freilich wie die Wärmeproduktion weit hinter logen Erscheinungen im Thierreiche zurückstehen.

e pyrheliometrischen Messungen von Pouillet und Anderen geben Anhalts- zur Orientirung über die Grösse der Kraftmenge, welche fortwährend der entströmt und von den Pflanzen theilweise in Spannkräfte des Kohlenstoffs asserstoffs der sauerstoffarmen Pflanzenbestandtheile verwandelt wird.

ch direkten Messungen werden bei einer Fläche, welche von der Sonne cht beschienen wird, jedem Quadratfuss in jeder Minute 3,4 Wärmeein- mitgetheilt. Die Wärme, welche täglich von der Sonne zur Erde gelangt, len Heizeffekt von 5 Billionen Centner Steinkohlen. Rechnet man für eine kraft in der Stunde 7 Pfund Steinkohlen und berücksichtigt man, dass un- ampfmaschinen nur $^1/_{22}$ des absoluten mechanischen Effectes der Wärme so ergiebt sich der Gesammteffect der Sonnenwärme der Erde in der Stunde illionen Pferdekräften. Nach Tyndall würde die ganze Quantität der Sonnen-, die in einem Jahre die Erde empfängt, gleichmässig über die Erdoberfläche ilt, genügen, um eine Schicht Eis von 100 Fuss Dicke, welche die ganze mhüllt, zu schmelzen. Sie würde einen Ocean, der die Erde in einer Tiefe geographischen Meilen bedeckt, von 0° bis auf den Siedepunkt erwärmen. ist die auf die Erde gelangende Wärmemenge nur $^1/_{200,000,000}$ der ganzen r Sonne ausgehenden Ausstrahlung (Tyndall).

iese Zahlen geben wenigstens einen annähernden Begriff, welches enorme uantum täglich von der Sonne als Wärme ausgeht. Man begreift wie schon fspeicherung eines Theiles dieser Kraftmasse in den Pflanzen hinreicht, um sse Summe mechanischer Effecte mit ihrer Hülfe hervorzubringen, welche ierreich und unsere Mechanik von jenen fordert. Fast alle anderen Bewe- n und Kräfte auf der Erde stammen ebenfalls von den Sonnenstrahlen ab. nenwärme bedingt z. B. die Bewegung der Winde, das Erheben des ver- den Wassers und damit die Bedingung seiner beim Herabfliessen freiwer- pannkräfte.

eber die Kraftsumme, welche in Form von Licht von der Sonne zur Erde en, sind derartige Berechnungen noch kaum gestattet, doch muss auch sie norme sein.

s wird uns aus den bisherigen Betrachtungen klar, was die als Nahrung n thierischen Organismus aufgenommenen Stoffe für eine utung für diesen haben.

uf der einen Seite werden die aufgenommenen Stoffe zur Formbildung der verwendet, andererseits werden die mit ihnen eingeführten Spannkräfte chanische Leistungen umgesetzt.

bgesehen von dem Antheil an der Struktur der Zelle, den wir die Nährstoffe n sehen, wird ihr Werth für den Organismus noch weiter abhängen von mme der Spannkräfte, welche mit ihnen eingeführt wird. Es wird von Gesichtspunkte aus verständlich, warum die Einführung sauerstoffreicher

chemischer Verbindungen organischer Natur meist weniger Werth für da
besitzt, als die solcher, in denen verhältnissmässig weniger Sauerstoff entha
Die einen haben durch ihre Vereinigung mit Sauerstoff schon den grösst
ihrer verwendbaren Spannkräfte verloren, die anderen sind noch im Vol
derselben; die Leistungen für die Ernährung, welche von dem einen od
ren Stoffe im Organismus hervorgebracht werden können, stehen im Allg
im umgekehrten Verhältnisse zu ihrem procentischen Gehalt an Sauerstof
danach einleuchtend, warum die Kohlehydrate, welche auf ein Doppelato
serstoff ein Atom Sauerstoff enthalten, bei denen also nur noch der Ko
mit Sauerstoff zu verbinden bleibt, weniger Werth für den Organismus
als die Fette, bei denen nicht nur der Kohlenstoff sondern auch noch ein
Theil des Wasserstoffes seine Spannkraft besitzt und diese durch Verbin
Sauerstoff frei werden lassen kann. Noch weniger Werth für die org
Kraftleistungen wird gewöhnlich den organischen Säuren zugeschrieben, b
nur ein Bruchtheil des Kohlenstoffs zu oxydiren bleibt. Doch darf nicht
sen werden, dass eine grössere oder geringere Summe von Spannkräft
Stoff noch nicht zu einem besseren oder schlechteren Nahrungsmittel mac
Kohle, die einen so grossen Spannkraftwerth besitzt, können wir nicht v
schwerverdauliche Speisen verbrauchen zu ihrer Assimilation viel Kraft,
Wirkung abgeben muss; Stoffe, die in besonders wichtige Organgruppen,
Nervensystem eingehen und dessen Thätigkeit beeinflussen, beansprud
besonders hohen Werth als Nahrungsstoffe.

Die Summe der Spannkräfte ist äusserst verschieden in den versc
als Nahrungsstoffe eingeführten chemischen Verbindungen. Um uns ein
Bild der Leistungen jedes einzelnen im thierischen Haushalte machen zu
müssten wir vorerst die Summe der ihnen inhärirenden Spannkräfte
haben; wir müssten die Wärmemenge kennen, welche bei der Sauer
nahme einer bestimmten Quantität dieser Stoffe im animalen Organismus
verwendbar wird.

Für eine Anzahl einfacher und zusammengesetzter Stoffe ist die Wä
wickelung bei ihrer vollkommenen **Verbrennung** bestimmt. Die freiwe
Spannkräfte, um die es sich bei der Verbrennung, bei der Vereinigu
Elementarstoffe handelt, sind von überraschender Quantität.

Nach den Versuchen von FAVRE und SILBERMANN liefert bei der Verbrennung
säure und Wasser

1 Gewichtseinheit Kohlenstoff: 8086 Wärmeeinheiten,
1 ,, Wasserstoff: 34462 ,,

Diese Zahlen zeigen, was für eine **enorme Kraftquantität** bei der Verei
Atome, bei der Verbrennung frei wird, umgekehrt lehren sie uns, was für eine K
aufgewendet werden muss, um die chemisch verbundenen Atome zu trennen,
chlorophyllhaltigen Pflanzenzellen unter der Einwirkung des Lichtes thun.

Bei der Verbindung eines Atoms mit einem andern z. B. eines Doppelatoms W
mit einem Atom Sauerstoff wird stets die gleiche Quantität von Spannkräften v
gemacht und frei, vorausgesetzt, dass bei der chemischen Verbindung nicht an
Wirkungen ausgeübt werden, die in ihrer Intensität schwanken können. Das R
Verbrennung z. B. des Wasserstoffs mit Sauerstoff wird in Bezug auf die Wärm
lung ein verschiedenes sein, wenn einmal das Wasser, wie das bei der Verbrennun
Flamme geschieht, im gasförmigen Zustande entweicht, ein andermal als flüssi

it, gebunden zurückbleibt. Bei dem Uebergang des Wassergases in tropfbar flüssiges i dem Uebergang des Wassers in den festen Zustand (Eis) wird eine sehr bedeutende Spannkräften noch frei, die im ersteren Fall für den Heizeffekt verloren gehen. Jeders, dass feuchtes Holz eine geringere Verbrennungswärme entwickelt als trockenes; tlicher Theil der aus dem chemischen Process freiwerdenden Wärme wird für die ıg des Wassers verbraucht; auch das bei der Verbrennung des Holzes erst entstehende ss für seine Verdunstung entsprechend Wärme in Beschlag nehmen, die der Geme der Verbrennungswärme entgeht. Die Verbindung des Wasserstoffs mit Sauersonach eine verschiedene äussere Kraftentwickelung, je nachdem das gebildete npfförmig entweicht oder flüssig oder fest zurückbleiben kann. Ganz allgemein ie bei der Verbrennung freiwerdende Wärme als eine algebraische Summe von en, von denen die eine positiv, die andere negativ ist. Die für die Erzeugung von ;ative Grösse bezeichnen wir als »Verbrennungsarbeit«, zur Ueberwindung ıtänden verbraucht die Verbrennung einen Theil der verwendbaren Spannkräfte, cht als »freie Wärme« auftreten können, an der Verbrennungs-Wärme sonach sind. Um z. B. feste Kohle mit Sauerstoff zu der gasförmigen Kohlensäure zu muss die Kohle selbst aus dem festen in den gasförmigen Zustand — im Kohlent die Kohle im Gaszustande — übergeführt werden; zu dieser Zustandsänderung heil der bei der Verbindung der Atome frei werdenden Spannkräfte verwendet, ht als lebendige Kraft, als Wärme erscheinen können. Betrachten wir nicht ein atom in seiner Verbindung mit Sauerstoff, sondern eine Summe von solchen zu en Ganzen vereinigt, so wird die Trennung der Kohlenstoffatome von einander, uverbindung vorausgehen muss, einen bestimmten Kraftaufwand, der von der ıgswärme abgeht, erfordern; je inniger diese Verbindung der Kohlenatome ist, er ist die zu ihrer Trennung erforderliche Kraftquantität. So macht der einfache l in der Dichte den Diamant (krystallisirter Kohlenstoff) schwerer verbrennlich als nd bedingt einen Unterschied in ihrer Verbrennungswärme; Favre und Silbermann Verbrennungswärme des Diamants um 285 Wärmeeinheiten kleiner als die der dem Leuchtgas, in welchem der Kohlenstoff schon gasförmig ist, fällt die Arbeit ung desselben weg, dagegen kommt eine neue, seine Trennung von dem Wasserı.

ubte früher nach dem sogenannten Dulong'schen Gesetz die bei der Verbrennung nzen frei werdende Wärme berechnen zu können aus der chemischen Zusamg und der Verbrennungswärme ihrer Elemente; da aber die Verbindung und ler Atome auch bei gleicher quantitativer Zusammensetzung äusserst verschieden ind ist, und dadurch die »Verbrennungsarbeit« grösser oder kleiner ausfällt, so gibt ige Berechnung keine exakt brauchbaren Resultate, die direkt bestimmten Werthe mlich beträchtlich verschieden von den berechneten.

n vorauszusetzen pflegt, dass die bei direkter Verbrennung organischer Stoffe e Wärmemenge gleich sei der bei der »organischen Oxydation«, bei der Sauerme und Zersetzung derselben Stoffe im animalen Organismus frei werdenden e, die zu den Leistungen des Thierkörpers verwendbar werden, so hat man den ıgen der Verbrennungswärme verschiedener organischer und Nährstoffe auch von ıcher Seite einen grossen Werth beigelegt, wir führen daher einige der experi-Untersuchungsresultate an. Nach Favre und Silbermann liefert eine Gewichtsihrer Verbrennung:

(Aethyl-)Alkohol	7183	Wärmeeinheiten,
Ameisensäure	2091	,,
Essigsäure	3505,2	,,
Buttersäure	5647	,,
Valeriansäure	6439	,,
Ethalsäure	9316	,,

Stearinsäure	9716,5	Wärmeeinheiten.
Wachs	10490	,,
Terpentinöl	10852	,,
Citronöl	10959	,,

Von Frankland sind die Verbrennungswärmen bestimmt worden für Stoffe rungsmittel in den animalen Organismus eingeführt werden, deren Spannk die Zwecke der Physiologie von allerhervorragendster Bedeutung ist, er fand:

Eine Gewichtseinheit	liefert bei der Verpuffung chlorsauerem Kali und Mangans
Traubenzucker	3277 Wärmeeinheiten
Rohrzucker	3348 ,,
reines Eiweiss	4998 ,,
reine Ochsenmuskelfaser	5103 ,,
Ochsenfett	9069 ,,
Harnstoff	2206 ,,
Harnsäure	2615 ,,
Hippursäure	5383 ,,

Ist es, wie angenommen wird, gestattet, diese Werthe der Wärmeentwi denen gleichzusetzen, welche durch die Stoffwechselvorgänge im Organism ben Stoffen entstehen, so liefern uns die vorstehenden Bestimmungen ein für die Wärmeökonomie oder im Allgemeinen für die Kraftökonomie der T stimmter Grösse des Stoffumsatzes. Der Einblick, der sich uns eröffnet, w Liebig dadurch getrübt, dass Thatsachen dafür zu sprechen scheinen, dass im den geläufigen Anschauungen die Verbrennungswärme uns kein sicheres die Summe der Spannkräfte, die bei derselben Verbindung durch organische werden. So liefert die Verbrennung des aus einer bestimmten Zuckermenge entstandenen Alkohols ziemlich viel mehr Wärme als die Verbrennung des Z obwohl in der Gährung ebenfalls schon Wärme frei wird. Liegt dieses Plu Fehlergrenzen solcher Versuche, so können auch diese Zahlen zunächst nur der Vergleichung dienen.

Wir erkennen aus ihnen, dass im Allgemeinen mit dem abnehmenden S der organischen Verbindungen die bei ihrer Verbrennung entstehende Wär nimmt; die Fette zeigen eine höhere Wärmeentwickelung als die Kohlehydrate stoffe, wie wir schon oben supponirten. Wo es sich nicht um Gewebsbildung Kräfteerzeugung (z.B. Wärmebildung) im Organismus handelt, wird ein weit geri Fett die gleiche Wirkung wie ein grösseres von Zucker oder fettfreiem Eiweiss

Folgende Betrachtung gibt uns einen Begriff von der Wirkung der Molekularkr

Bei der Vereinigung von Wasserstoff mit Sauerstoff zu Wasser verbinden si eine Gewichtseinheit Wasserstoff mit 8 Gewichtseinheiten Sauerstoff zu 9 Gew Wasser. Die Erwärmung von 1 Pfund Wasser um 1°C. repräsentirt eine Ar Fusspfund. Die Verbrennung von 1 Gewichtseinheit Wasserstoff zu 9 Gew Wasser liefert nach den oben angeführten Beobachtungen von Favre und Silb in runder Zahl 34000 Wärmeeinheiten, d. h. eine Wärmemenge, welche 34000 Pfund Wasser um 1°C. zu erwärmen. Da mit der Wärme, welche ver um 1 Pfund Wasser um 1°C. zu erwärmen, 1390 Pfund auf 1 Fuss Höhe geh können, so ist die Arbeit, welche durch die Verbrennung von 1 Pfund Wassersto geleistet wird, gleich 34000 × 1390 Fusspfund, die Wärme, welche dabei frei nach im Stande 47 Millionen Pfund auf 1 Fuss Höhe zu heben. Es ist das ein B ganz ungemein grosse Kraft, mit welcher sich chemisch anziehende Atome g stürzen, eine Kraft, gegen welche die Schwerkraft, wie sie sich gewöhnlich fläche der Erde äussert, in ihren Wirkungen fast verschwindet. Ueberhaupt kularkräfte von überraschend mächtiger Wirkung. Auch bei der Verdicht

nigen Stoffe zu Flüssigkeiten, dieser zu festen Stoffen werden sehr grosse Wärme = engen frei. Wenn sich die Atome der 9 Pfund Wasserdampf unseres Beispiels bei inken der Temperatur unter 100°C. zur Bildung einer tropfbaren Flüssigkeit ver-, so erzeugen sie eine Wärmemenge, welche hinreicht, um die Temperatur von × 9 = 4835 Pfund Wasser um 1°C. zu erhöhen. Multipliciren wir wie oben mit der es mechanischen Aequivalentes für Fusspfund = 1390, so erhalten wir als Arbeits- der blossen Verdichtung in runder Zahl 6,720,000 Fusspfund, mit anderen Worten, nen durch die bei der Verdichtung von 9 Pfund Wasserdampf frei werdende Kraft- 6,720,000 Pfund auf 1 Fuss Höhe gehoben werden. Durch die weitere Verdichtung ssigen zum gefrorenen, festen Zustand werden von den 9 Pfunden Wasser noch Fusspfund geliefert.

Verbrennung von 1 Pfund Kohle in der Zeiteinheit = Minute ist gleich der Arbeit von den in derselben Zeit.

Molekularkräfte, um deren Verwendung im animalen Organismus es sich handelt, sind n ihrer Quantität sehr bedeutend. Wir sehen schon allein durch nähere Aneinander- von gleichartigen Atomen sehr grosse Kraftsummen entwickelt, bei der Umlagerung ch sich anziehender Atome muss, wenn dieser Vorgang mit einer Näherung der Atome ft ist, eine unter Umständen noch bedeutendere Kraftmenge frei werden. So sehen der Umlagerung der Atome des Cyans zu dem atomistisch gleich zusammengesetzten n eine so bedeutende Wärmeentwickelung eintreten, dass, wenn man zu dem Ver- yansilber benützt, das sich bildende Paracyansilber in sichtbares Glühen geräth. r gleichen atomistischen Zusammensetzung ist die von Paracyan bei der Verbren- lieferte Wärmemenge dem entsprechend geringer als die des Cyans. Das Paracyan urch Neuzufuhr von Wärme wieder in Cyan übergeführt werden, es verwandelt sich ELBRÜCK beim starken Glühen in einen Strom von trockenem Stickgas oder Kohlen- s vollständig wieder in Cyan.

rachtungen der Art liessen die DULONG'sche Berechnung der Verbrennungswärme orga- r Substanzen aus der Verbrennungswärme ihrer elementaren Bestandtheile als unzuläs- cheinen, das Experiment widerlegte die Berechnungsresultate. Nach dem DULONG'schen t müssen alle atomistisch gleich zusammengesetzten Stoffe auch die gleiche Verbren- ärme haben, was das Experiment nach dem Ebengesagten nicht bestätigt. Wenn man rennungswärme nach dem DULONG'schen Gesetz zu berechnen hatte, von einem Stoff, Sauerstoff in seiner Verbindung hat, so dachte man sich diesen in der Verbindung ent- Sauerstoff schon verbunden mit der äquivalenten Menge desjenigen Bestandtheils, zu r Sauerstoff die grösste Verwandtschaft hat. Diese Quantität des betreffenden Bestand- less man ganz aus der Rechnung weg, man berechnete nur, wie viel Wärme bei der nung des Restes der Bestandtheile gebildet wird. Diese Wärmemenge sollte die wirk- Verbrennungswärme der betreffenden Verbindung sein. Bei den Kohlehydraten (S. 55), kanntlich ihren Namen daher haben, dass sie Wasserstoff und Sauerstoff in dem Verhält- nthalten, in welchem diese Stoffe sich zu Wasser verbinden, wurde der Wasserstoff nach Berechnungsweise als an der Produktion der Verbrennungswärme sich nicht betheiligend eggelassen, die Wärmeproduktion nur aus dem Kohlenstoff berechnet. Viele organische offfreie Säuren enthalten mehr Sauerstoff als zur Bildung von Wasser mit dem in der schen Verbindung vorhandenen Wasserstoff nöthig ist; der Rest des Sauerstoffs, der r berechneten Wasserbildung übrig bleibt, musste nach dem DULONG'schen Gesetz noch ner äquivalenten Menge Kohlenstoff zu Kohlensäure verbunden gedacht und an der ebildung nicht betheiligt, abgerechnet werden. Noch complicirter sind die Berech- n, wenn noch mehr Elemente als Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, in der schen Verbindung, deren Verbrennungswärme berechnet werden soll, enthalten sind. den Bestimmungen von FAVRE und SILBERMANN entwickelt 1 Gewichtseinheit Wasser- wenn sie sich mit Stickstoff zu Ammoniak verbindet, 7576 Wärmeeinheiten.

nn es sich übrigens bei den Betrachtungen nur um allgemeine Ueberschläge handelt,

bei denen es auf einen Fehler von mehreren Procenten nicht ankommt, so könne
direkten Bestimmungen vorliegen, die nach dem Dulong'schen Gesetz berech
wohl noch immer in Anwendung gezogen werden. Die Vergleichung der Ve
wärme des Zuckers und Alkohols zeigt nämlich, dass sich auch beträchtliche F
direkten Bestimmungen einschleichen können. Und noch einmal wollen wir hier
sicht Liebig's erinnern, dass die Wärme, welche die Stoffe bei ihrer gewöhnlich
nung liefern, auch nur annähernd der Kraftsumme gleichgesetzt werden k
diese liefern bei der »organischen Oxydation«, bei ihrer im animalen Organismus
den Rückführung zu den einfachen Stoffen, aus denen sie in der Pflanze gebildet w
»Verbrennungsarbeit«, die Widerstände, welche bei der Verbrennung zu überwind
Kraft in Anspruch nehmen, scheinen Liebig beträchtlich grösser zu sein als die,
der »organischen Oxydation« entgegenstellen. Die beiden Oxydationsvorgänge
Liebig in ihrem innersten Wesen verschieden. Nie wird im lebenden Körper
erzeugt durch Verbindung des Sauerstoffs mit Kohlenstoff, sie ist hier im gewöh
kein Verbrennungsprodukt. Die organischen Verbindungen in den Pflanzen ent
in dem zweiten Kapitel auseinandergesetzt wurde, alle aus Kohlensäure, und wir
uns denken als mehr oder weniger veränderte Kohlensäureatome; sie verwande
dem sich der Sauerstoff wieder in seine alte Stelle einschiebt, im thierischen K
wärts in Kohlensäure, in das was sie waren, was Liebig eine geringere Verbrennu
erfordern scheint als das Auseinanderreissen der Bestandtheile zur direkten Ver

Die Leistungen des thierischen Organismus beruhen auf dem Stoffw

Wir haben für alle mechanischen Leistungen des thierischen Organi
ausreichende Kräftequelle aufgefunden; wo wir mechanischen Leist
Thiere begegnen, werden wir zuerst zu fragen haben, ob sie nicht diese
der Stoffzersetzung unter Mitwirkung des Sauerstoffs, der »organischen O
entstammen.

Die Art und Weise, in welcher die frei gewordenen Spannkräfte
werden, in welche Form lebendiger Kraft sie sich verwandeln, hängt
Organe ab, in welchem die Kräfte liefernden Processe vor sich gehen.
aus der Verbrennung der Kohle stammenden Spannkräfte in unseren zu
denen Zwecken construirten Maschinen je nach den Bedingungen, un
die Verbrennung erfolgt, verschiedene Leistungen hervorbringen, ve
Kräfteformen annehmen, gerade so sind analoge Verhältnisse in dem O
für die Art der Verwendung der Spannkräfte bedingend. In unseren Oef
aus der Verbrennung der Kohle vor allem Wärme; durch ein Therm
können die Spannkräfte der verbrennenden Kohle in Elektricität und Ma
übergeführt werden; in den Dampfmaschinen leisten sie Arbeit, be
Lasten. Ganz analog verhält es sich im thierischen Körper. In der gr
zahl der Zellen und Zellenderivate wird aus den chemischen Spannkrä
gewöhnlichen Verhältnissen vor allem Wärme gebildet, welche zu den
organischen Vorgängen ein absolutes Erforderniss ist. In den Nerven
Nervenfasern geht ein bestimmter Theil der Spannkräfte in Elektricitä
den Muskelzellen und Muskelcylindern wird neben den eben genannt
Kräfteformen auch noch mechanische Arbeit geleistet, so dass wir d
diesen die complicirteste Art der Kräfteverwendung antreffen. Es d
nicht vergessen werden, dass die chemischen Verbindungen stets mit e
Wirkungen verbunden sind, so dass auch in den Zellen, welche nicht z

rven gehören, elektrische Vorgänge sich finden. Ebenso findet sich nach uesten Beobachtungen kaum eine wahre Zelle, der, wenigstens im Jugend-le, alle Kontraktilität, die früher nur den Muskelzellen und Fasern zuge-en wurde, abgeht.

ie Form, die Struktur der Organe hat demnach zunächst keinen Einfluss Erzeugung der Kräfte überhaupt; die Verwendbarmachung von Spann- ist eine Eigenschaft aller thierischen Zellen, somit also auch aller aus sich aufbauender Organe; die Organe haben für die Kräfteerzeugung des mus aber insofern Bedeutung, als sie die freiwerdenden Spannkräfte in stimmten, nach der Struktur der Organe verschiedenen Richtung ver-machen.

den Maschinen unserer Mechanik ist die Verwendung der Spannkräfte, che sie bestimmt sind, stets nur eine sehr unvollkommene. Bei den raftmaschinen wird, wie man angegeben findet, höchstens nur $^1/_{22}$ der ab- Kraft der Kohle als Arbeit der Maschine gewonnen, die übrige Kräftesumme Wärme, Elektricität, innere Reibung für die äussere Arbeit verloren.

dem thierischen und menschlichen Organismus, die ja auch Kraftmaschinen der Mechanik genannt werden müssen, werden dagegen die Spannkräfte lkommen ausgenützt. Die neben der äusseren Arbeit entstehenden Kraft- der Elektricität, Wärme, innere Arbeit, haben für den thierischen Haus- e nicht geringere Bedeutung als die äussere Arbeitsproduktion. Ohne Wärme die Mehrzahl der Verwandtschaftsbeziehungen der einzelnen den Körper irenden und von aussen in ihn eintretenden chemischen Stoffe nicht sich en können; unter ihrer Einwirkung nur gehen die Sauerstoffverbindun- auf denen im letzten Grund alle animalen Thätigkeiten beruhen, vor sich. ch bedingt und bedingend ist das Auftreten elektrischer Vorgänge, elektri- Strömungen im Thiere. Wie die chemischen Vorgänge mit elektrischen ungen verknüpft sind, so können auf der anderen Seite gewisse Zer-, z. B. die das Zellenleben charakterisirende Spaltung der Eiweissstoffe, ohne Einwirkung jener starken elektrischen Ströme, die sich in den Zellen, ders den Muskeln und Nerven finden, vor sich gehen. Wir sehen die Grösse offverbrauchs in jenen Organen im Verhältniss stehen zu der Stärke des in kreisenden elektrischen Stromes.

ie thierische Kraftmaschine ist also eine vollkommenere als die von der nik gelieferten krafterzeugenden Maschinen, doch beruhen im letzten Grunde ierischen Kraftleistungen auf den gleichen Bedingungen, auf dem frei und dbar werden von Spannkräften, auf die auch die Leistungen der Maschinen kgeführt werden können. Bei den calorischen Maschinen besteht der kraft- irende Vorgang ebenso in Sauerstoffaufnahme chemischer Stoffe wie bei den len Organismen.

sher haben wir nur die bei der Verbindung von Stoffen frei werdende Wärme als Kraft- rial betrachtet; es kommen auch Verbindungen vor, bei deren Entstehung Wärme ver- indet, die dagegen bei ihrer Zersetzung Wärme liefern.

erartige Stoffe scheinen in der organischen Natur nicht selten zu sein. Wir sehen, dass er Zersetzung des Zuckers in Kohlensäure und Alkohol Wärme frei wird, die Gährungs- ; ähnliches Verhalten wird für eine Reihe von Stoffen angenommen werden müssen, Theil ist der Beweis schon geliefert. Eine der Hauptursachen für dieses merkwürdige

Verhalten, das zunächst ganz unerklärlich erscheint, ist die Zusammense
auch sogenannte freie Moleküle, z. B. Sauerstoff, nach den Entdeckungen Sc
kennen lässt (FRICK). An einem Beispiel wird der Vorgang am einfachsten klar
der Zersetzung des Stickoxyduls (NO) in Stickstoff und Sauerstoff wird Wärme
stoff und Sauerstoff ziehen sich gegenseitig an, durch ihre Verbindung muss ei
Summe lebendiger Kraft gebildet werden; da diese nicht zum Vorschein komm
wir annehmen, dass für sie eine während der Verbindung eintretende inner
braucht werde. SCHÖNBEIN lehrt, dass jedes Molekül freier Sauerstoff aus zwe
sammengesetzt ist, die beide Sauerstoff sind, aber einen elektrischen Gegen
Ozon ⊖ und Antozon ⊕, freier Sauerstoff ist eine Verbindung von ⊖ + ⊕.
das Ozon für eine Verbindung von 5 Atomen Sauerstoff. Diese Sauerstoffatome m
mit Aufwand einer gewissen Kraftsumme getrennt werden, wenn eins dersel
dem Stickstoffatom verbinden soll. Zu dieser Trennung der Sauerstoffatome wi
Verbindung des Stickstoffatoms mit dem einen getrennten Sauerstoffatom entste
dige Kraft verbraucht. Es ist das ein Beispiel dafür, dass bei den Verbindunge
überhaupt, wie wir schon oben sahen, meist mehrere Processe neben einand
von denen die einen Kräfte verbrauchen, die anderen Kräfte liefern, die algebra
kommt zur Wahrnehmung als Verbindungs- = Verbrennungswärme, die also th
trachtet entweder negativ oder positiv sein kann. Die bei der Bildung des M
oxydul verbrauchte Wärme wird bei der Trennung desselben wieder frei, in
abgespaltenen Sauerstoffatome wieder paarweise zu neutralem Sauerstoff verbi
experimentell nicht festgestellt, ob dieser Erklärungsgrund ausreicht für alle de
von denen die explosiven chemischen Verbindungen die geläufigsten Beispiele
manchen Seiten wird der Spaltung des Eiweisses hypothetisch eine derarti
Kraftentfaltung zugeschrieben, die bei der Muskelthätigkeit zur Wirkung komm
log wie Sauerstoff verhalten sich auch noch andere Elementarstoffe, z. B. Koh
können sich chemisch unter einander verbinden, ihre Trennung verbraucht da

Die Kräfte, über die der animale Organismus verfügt, stammen, wenn w
ausdrücken wollen, nach dem Vorstehenden: aus der chemischen Stoffzersetzu
verbindung, vor allem der organischen Oxydation, Vorgänge, die wir als »Sto
im vorigen Kapitel zusammenfassten.

Durch eine Reihe von mechanischen Vorgängen im Organismus, wi
die Reibung des Blutes in den Venen und Arterien wird Wärme geliefert, d
Kraft frei, die der Organismus auch zu seinen Zwecken verwenden kann. Ma
wieder gemeint, dass, da dieser Satz unbestreitbar ist, ein Theil der von dem
mus erzeugten lebendigen Kraft (Wärme) nicht den chemischen Processen des
entstamme, dass sich die aus den mechanischen Vorgängen hervorgehende Wä
der durch chemische Ursachen erzeugten hinzuaddire. Diese Meinung ist irrig.
vergessen darf, dass die Kraft, mit der sich das Blut bewegt, und
Reibung in Wärme umgesetzt wird, von der Muskulatur des H
chemischen Umsatzvorgängen geliefert wird. Analog ist es mit der
aus den Athembewegungen etc. entsteht; alle diese mechanisch erzeugten lebe
entstammen in ihrem letzten Grunde doch dem Stoffwechsel, sodass wir diesen
Ursache der Krafterzeugung betrachten müssen. Die Wärmemengen, die au
benen mechanischen Ursachen im menschlichen Körper entstehen, sind sehr be
Aortenkreislauf leistet nach FICK in 24 Stunden eine Arbeit von etwa 40000 Kilo
was fast 100 Wärmeeinheiten gleich ist. Nach VOLKMANN's Angaben noch ½mal
die Reibung wird diese gesammte Kraftsumme in Wärme verwandelt; der mens
liefert sonach allein durch die Reibung in seinen Blutgefässen wenigstens eine W
um 100 Kilogramm = 200 Pfund Wasser um 1° C. zu erwärmen. Nach der S
DONDERS beträgt die Arbeit eines Athemzugs 0,63 Meterkilogramme; rechnet
Stunde 900 Athemzüge, so beträgt die fast ganz in Wärme sich umwandelnde

in einer Stunde 567 Meterkilogramme, in 24 Stunden 13608 Meterkilogramme, in Summe 32 Wärmeeinheiten. Legen wir die FRANKLAND'schen Verbrennungswärmemungen einer Berechnung der Wärmemenge zu Grunde, welche ein Erwachsener in den producirt, so finden wir dafür im Durchschnitt etwa 2200 Wärmeeinheiten ische Wärme). Rechnen wir zur Wärmeerzeugung durch Blutcirculation und Athnoch die Wärmemenge zu, welche durch die übrigen Bewegungen im Organismus wird: Lymphbewegung, Bewegung der Eingeweide etc., so finden wir, dass die auf gebene Weise mechanisch erzeugte Wärme etwa $^1/_{10}$ der Gesammtwärmeproduktion rpers ausmacht.

eine Reihe anderer Processe betheiligt sich in dem secundären Sinn wie die Reider Produktion der im thierischen Organismus auftretenden lebendigen Kräfte. Das wird bei der Besprechung der Quellen der Muskelkraft beigebracht werden. Hier daran erinnert werden, dass durch »Umlagerung der Atome« in einer chemischen ng schon grosse Mengen von lebendiger Kraft geliefert werden können, wie das geführte Beispiel von dem unter Wärmeentwickelung eintretenden Uebergang von Paracyan lehrt. Diffusion, Imbibition, die je nach den Lebenserscheinungen der verschieden stark sind, Veränderung der Cohäsion und Elasticität sind als Kraftbekannt, die in dem animalen Organismus ihre Wirkungen entfalten. In Veränder angedeuteten mechanischen Verhältnisse der Organe speichern sich die aus fwechsel stammenden Kräfte zum Theil auf. Die Kraftentwickelung der Organe , Nerven etc.) hat ihre nächste Quelle, neben dem fortschreitenden Stoffwechsel, in derartigen mechanischen kraftliefernden Veränderungen, die wir bei der Arbeit Organen eintreten sehen.

nische Arbeitsleistung durch Kontraktilität der Zellen, Flimmerzellen.

ter den lebendigen Kräften, die wir von der animalen Zelle entwickelt steht die mechanische Arbeitsleistung durch Kontraktilität oben an, e- und Elektricitätsentwickelung in den Zellen und den Organen in der Folge im speciellen Theil ihre ausführliche Darstellung.

Wir sehen die Erscheinungen der Kontraktilität an das eiweissreiche oplasma geknüpft. Ueberall, wo wir mechanische Leistungen als Eigenngen der Zellen — Locomotionen — oder Bewegung grösserer Organe s Gesammtkörpers antreffen, beruhen diese auf Gestaltsveränderungen llen.

ie Ausdrücke: Kontraktion und Kontraktilität beziehen sich zuerst auf die Muskelzellen und quergestreiften Muskelschläuche. Sie zeigen auf Reize eine zung und Verdickung, sie ziehen sich zusammen, werden mehr oder weniselig, und können dadurch, weil sie bandartige Längen besitzen, entferntheile, an denen sie mit beiden Enden befestigt sind, einander annähern. e Gestaltsveränderungen der übrigen Zellen, welche die neuere Forschung traktil erkannte, sind davon principiell nicht verschieden. Die Kontraktion oplasmas ist entweder eine totale oder eine partielle. Im ersteren Fall die ganze Masse die Kugelgestalt an, oder nähert sich derselben mög- Viel gewöhnlicher sind partielle Kontraktionen, die in mannigfachen Formrungen bestehen, oder in Bewegungen von Flüssigkeiten in dem Proto- Diese letzteren werden durch partielle Kontraktionen des Protoplasmas, ENHAIN mit den peristaltischen der Darmmuskulatur vergleicht, hervor- . Das aktive Aussenden von Fortsätzen aus der Zelle geschieht ebenfalls

durch partielle Kontraktion. Der Ruhezustand der Zelle ist bei freien Ze
mit der kugeligen Form verbunden, bei verbundenen und freien stet
Form, in welcher sich alle auf die Zelle einwirkenden Kräfte das Glei
halten. Gehen wir der Einfachheit wegen von der kugeligen Gestalt der
so erfolgen die partiellen Kontraktionen des Protoplasmas stets in peri
Weise, indem sich in der Richtung grösster oder kleinster Kreise
geligen Zellenoberfläche das Protoplasma zusammenzieht. Die Zellve
durch Theilung des Protoplasmas hat man schon seit längerer Zeit als
traktionsphänomen aufgefasst. Hier findet zunächst eine partielle Kont
der Richtung eines grössten Kreises statt, welche die der Theilung vora
biscuitförmige Einschnürung hervorruft. Schreitet die Kontraktion na
und links von dem primär kontrahirten grössten Kreisabschnitte fort, s
die Wurstform der Zelle, kontrahirt sich das Protoplasma in der Richtu
seiner grössten Kreise, so entsteht die Kugelform der Kontraktion. Beginn
toplasmakontraktion an der Zellenoberfläche an einem kleinsten Kreise, u
tet sie auf grössere Kreise fort, so entstehen mehr oder weniger feine Aus
durch Nachlassen der Kontraktion wieder eingezogen werden können.
änderungen, die mit voller Gewissheit auf Kontraktilität deuteten, sind,
von älteren Abgaben, bis jetzt fast nur noch nicht an den Nervenzellen u
Blutkörperchen erkannt worden, W. PREYER will jedoch auch an rothen
perchen von Fröschen und Erdsalamandern Kontraktilität beobachtet hab
zeigen wohl alle Zellen, so lange die Grenzschichten des Zellinhaltes n
zu einer festeren Membran erhärtet, Bewegungserscheinungen.

Am bekanntesten sind diese amöboiden Gestaltveränderungen a
Tode kugeligen, freien Zellen, die im thierischen Körper so vielseitig v
und als farblose Blutkörperchen, Lymph- und Chyluskörperchen, Schle
perchen, Eiterkörperchen beschrieben werden. Leichter als an die
aus den Flüssigkeiten des Menschen- und Säugethierkörpers können die
Bewegungen an den analogen Zellen vom Frosch beobachtet werden,



Fig. 52.

Kontraktile Zellen aus dem Humor aqueus entzündeten Froschauges.

Fig. 53.

Kontraktile farblose Zellen des lichen Blutes; a 1—10 auf einan gende Formveränderungen einer Laufe von 10 Minuten; b eine mige Zelle.

an Eiterkörperchen aus der wässerigen Flüssigkeit des Auges bei (k
Hornhautentzündung. Bringen wir, nicht ohne gewisse Vorsichtsmassr

…chen dieser Flüssigkeit unter das Mikroskop, so zeigen sich in ihr Zellen von …verschiedensten zackigen Gestalt. Mehr träg oder rascher sehen wir die Ge… dieser Ausläufer und Zacken sich verändern. Aus dem Zellenkörper treten …e, fadenförmige Fortsätze oft rasch hervor, andere breitere verästeln sich … Berühren sich solche ausgesendete Aeste benachbarter Fortsätze, so ver…sen sie in einander und bilden zierliche Maschenräume. Andere Ausläufer …ürzen sich dagegen und ziehen sich und etwaige Anhänge in den Zellenleib …ck. Im Zelleninhalt zeigt sich ein Strömen der Protoplasmakörnchen. Erst …dem Eintritt des Todes lässt dieses Bewegungsspiel nach, die Zelle wird …h, kugelig und nimmt so die Form an, die man früher allein für sie cha…stisch hielt. An den Zellen des lebenden Bindegewebes und an den stern…n Zellen der Hornhaut wollen Einige (Kühne) ein ähnliches Spiel von Be…gserscheinungen gesehen haben. Auch Drüsen- (Leber-) Zellen sollen der… Bewegungen zeigen. Kölliker sah Saftströmungen in animalen Zellen (in … von Polyclinium stellatum und den Knorpelzellen der Kiemenstrahlen von …hyomma), die wie die analogen Erscheinungen bei Pflanzenzellen auf Strö…n des Protoplasmas vom Kern gegen die Peripherie beruhen.

… den **Wimper- oder Flimmerzellen** gewisser Epithelien: Athemorgane vom …ingang bis in die feinsten Bronchien, in den Geschlechtsorganen von den … bis zum Muttermund, in den Hirnhöhlen stehen feine Härchen an der Ober… eines Theiles der Zellmembran: die Wimperhärchen oder Flimmercilien. …nge diese Zellen leben, sind alle die Härchen in schwingender Bewegung un…setzt begriffen. Auch diese Bewegungen scheinen auf Kontraktionsphäno…n des Zellenprotoplasmas zu beruhen, in welche neuere Beobachter die …zeln der Cilien verfolgt haben wollen (Valentin, Buhlmann, Friedreich, Eberth …). Eine Einwirkung des Nervensystems scheint nicht stattzufinden. Die Här…n können durch ihre Bewegungen leichte Körperchen, Schleim etc. in be…ter Richtung fortschleudern; man kann diese Bewegung kleiner Körperchen … aufgestreuter Kohlestäubchen auf der Mundschleimhaut des Frosches sehr … beobachten. Diese Bewegungen werden durch Wärme (Calliburces u. A.) …schleunigt, ebenso durch elektrische Ströme, gleichgültig von welcher Richtung.

An Kernen von Zellen zeigen sich bei höheren Thieren keine Bewegungen, …h sind die Samenfäden, die eine sehr lebhafte Bewegung zeigen, bei den …belthieren aus Zellkernen hervorgegangen; sie bewegen sich aber erst, wenn … Zellhülle entfernt ist. Die Lebensbedingungen der Samenfaden oder Zoosper…n sind genau die gleichen, welche für die Flimmerbewegung aufgefunden …rden. Die Bewegung des Schwanzes der Zoospermien ist ganz die der Cilien.

In den Pigmentzellen der Frösche, in den Knorpelzellen, die beide auch kon…til sind, in den Eiterkörperchen, weissen Blutkörperchen, Schleim- und Spei…körperchen finden sich die Inhaltkörnchen in einer Molekularbewegung, die … dem Leben der Zelle schwindet. Es ist wahrscheinlich, dass diese Körnchen…egung theilweise denselben Grund hat wie die Molekularbewegung, die man … unorganischen, sehr feinen Niederschlägen in Flüssigkeiten wahrnimmt. Mit … Absterben der Zellen tritt meist ein Festwerden des flüssigen Inhalts und …it Molekularruhe ein.

v. Recklinghausen und Engelmann beobachteten an den kontraktilen Körper…n von der Froschhornhaut eine Ortsveränderung, sie schieben sich durch Ge…

webslücken hindurch und legen so nicht ganz langsam ziemliche Strecken
Sie wechseln dabei fortwährend ihre Gestalt, indem sie sich dem enge
anpassen. COHNHEIM lehrte uns, dass die weissen Blutkörperchen aus
fässen aus- und in die Gewebe einwandern können.

HÄCKEL, RECKLINGHAUSEN u. A. sahen Körnchen von zerriebenem Zinnob
min, Indigo, kleine Fettmoleküle der Milch von Zellen mit amöboider Bewe
ihr Protoplasma aktiv aufgenommen werden. An die ausgesendeten Zellenf
hängen sich die Körnchen an; werden die Fortsätze eingezogen, so gelan
ihnen die Körnchen in das Protoplasma. Besonders deutlich sieht man diesen
der Zellenfütterung an den farblosen Zellen des Blutes, der Lymp
Eiters. Im lebenden Organismus sehen wir auch grössere geformte Masse
weiche Zellenprotoplasma eindringen, eingedrückt werden: Farbstoffür
Fettkügelchen, selbst ganze Blutkörperchen (blutkörperhaltige Zellen) (W.
finden wir im Zelleninnern eingebettet. Die Colostrumkörperchen de
welche auch aktive Kontraktilität zeigen, geben dagegen ihre Fettkörnch
ab, sodass sonach Aufnahme und Abgabe von Stoffen von Seite des Proto
als ein aktiver Kontraktionsvorgang erscheint (STRICKER).

Die Stoffaufnahme und das aktive Wandern der Zellen öffnen dem Bl
neue Welt minimaler Vorgänge (FREY). Amöboide Zellen, die wir in thi
Flüssigkeiten und Geweben so häufig finden, ohne uns ihr Vorkommen v
men erklären zu können, können aus tiefer gelegenen Organpartien ausge
sein. Geformte Partikelchen von Ferment- und Ansteckungsstoffen kö
Amöboidzellen aufgenommen und von diesen nach entfernten Lokalitä
Körpers gebracht, zu schweren Folgen für den Organismus führen.

Die Kontraktilitäts-Erscheinungen des Protoplasma sind offenbar i
Fällen von dem Einfluss des Nervensystems unabhängig, wie sich aus de
sache ergibt, dass auch freie, einzelne Zellen solche Bewegungen zeigen.
deren kontraktilen Zellen und Zellenderivaten: glatte und quergestreifte M
Pigmentzellen der Batrachier, ist der Nerveneinfluss unverkennbar zur Kon
erforderlich. Der motorische Nerv tritt hier in direkte Verbindung mit de
traktilen Protoplasma.

Bedingungen der Kontraktilität des Protoplasma.

Man hatte bisher vorzugsweise die chemisch-physikalischen Lebenserscheinu
animalen Zellengebilde an Geweben, vor allem dem Muskelgewebe untersucht. Di
Untersuchungsresultate haben nun die Lebensbedingungen nicht nur für das Nerve
sondern auch für die einzelnen Zellen selbst konstatirt. Im Allgemeinen zeigt sich ei
meine Uebereinstimmung in den Lebensbedingungen der verschiedensten Zellen un
abkömmlinge. Nach den Untersuchungen von KÜHNE, ENGELMANN u. A. zeigt sich ei
in der angedeuteten Richtung zwischen dem Protoplasma der einzelnen Zellen
Muskeln; dieselbe Behauptung lässt sich auch zwischen Zellenprotoplasma und Ne
stellen (cf. Nerven). Die Bedingungen der Kontraktilität sind die
Lebensbedingungen aller Zellen und Zellenabkömmlinge.

Die Kontraktilität des Protoplasmas ist abhängig von seiner normal
mischen Zusammensetzung. Alles, was Gerinnung in den Eiweisskörpern d
plasmas hervorruft, ist der Kontraktilität feindlich. Bei dem Tode der Zellen häuft sich
eine freie Säure an, welche Gerinnselausscheidungen (z. Th. Myosingerinnung) ve
Diese Gerinnungen sind die direkte Ursache des Aufhörens der Kontraktilität abst
Zellen. Alle Einflüsse, welche eine Säureanhäufung in der Zelle bedingen, wie stark

übermässig gesteigerte Wärmezufuhr vernichten oder schwächen diese Lebenserscheinungen ebenso wie direkte Applikation von verdünnten Säuren (Huizinga). Auch die Kohlensäure, welche im Verlaufe des allgemeinen Zellenlebens sich fortwährend bildet, wirkt schon in geringen Mengen die Kontraktilität aufhebend. Durch Entfernen der Kohlensäure z. B. durch einen Strom von Wasserstoffgas kehrt oft die Kontraktilität zurück, solange noch keine dauernden Veränderungen des Protoplasmas eingetreten sind. Die Nothwendigkeit der einen Seite der Zellenathmung, der Kohlensäureausscheidung ist dadurch erklärt. Schwache Alkalien lösen die Wirkung der schwachen Säuren, auch der Kohlensäure wieder, doch sind auch für sich allein nicht ganz unschädlich; haben sie Stillstand verursacht, so kehrt die Bewegung durch Hinzuführung schwacher Säuren (Neutralisation) zurück. Destillirtes Wasser kann theils Gerinnung des Protoplasmas hervorrufen, da ein Theil der Eiweisskörper desselben in Salzen gelöst ist. Etwa bei 40°C. tritt die Veränderung des Protoplasmas durch Wärme, eine Art »Starre«, ein Festwerden durch Gerinnung ein, wie wir das bei den Muskeln auch näher kennen lernen werden. Diese »Wärmestarre« vernichtet endlich die Erregbarkeit definitiv. Die Kontraktilität ist weiter abhängig von einer Athmungs-Aufnahme von Sauerstoff in die Zellen. Sauerstoffmangel macht das Protoplasma bald bewegungslos, ebenso wirken eine Reihe giftiger Stoffe: Alkohol, Chinin etc.

Das Protoplasma wird zu seinen Bewegungen angeregt durch Reize; es sind dieselben, die wir auch für Muskel- und Nervengewebe in dem gleichen Sinne wirksam finden werden. Im Allgemeinen sehen wir, dass alle diejenigen Agentien, welche rasch eine besondere Aenderung in der **Lebensenergie** des Protoplasmas hervorrufen, Reize sind und Kontraktionen bewirken. Diese Veränderung der Lebensintensität kann eine Schwankung nach aufwärts oder nach abwärts sein. So sehen wir Wärme und Elektricität das Protoplasma zu Bewegungen anregen, in einer Intensität angewendet, in welcher sie die Lebensenergie erhöhen, wie wir oben schon bei der Betrachtung der Flimmerbewegung sahen, so sehen wir Kälte und mechanische Alterationen, übermächtige Wärme und Elektricität als Reize wirken, obwohl sie die Lebensenergie des Protoplasmas vernichten oder wenigstens herabsetzen. Es steht der Bewegung des ruhenden Protoplasmas eine Hemmung entgegen, die zum Theil in der Wirkung der »ermüdenden« Stoffe; zum Theil in der Stärke der in dem Protoplasma fliessenden elektrischen Ströme besteht. Diese Hemmung wegzuräumen, ist Aufgabe der Reize; alle haben sonach, wie das für den Nerven definitiv erwiesen ist, eine Erhöhung der Erregbarkeit des Protoplasmas als erste Wirkung, der erst dann der Eintritt der wahren Erregung folgt.

Bei dem Zellenprotoplasma sehen wir unter gewissen Umständen ein Schwächerwerden der aktiven Thätigkeit, endlich ein Aufhören derselben eintreten. Das Sistiren der Protoplasmabewegungen kann entweder ein definitives sein: Tod der Zelle, oder es kann möglicherweise wieder in Bewegung übergehen: Ermüdung der Zelle. Beide Vorgänge haben insoferne eine Aehnlichkeit, als sie auf chemischen Veränderungen des Protoplasmas beruhen. Diese Veränderungen bestehen bei der Ermüdung 1) in Anhäufung gewisser die Protoplasmabewegung hindernder Stoffe: ermüdender Stoffe, von denen für das Zellenprotoplasma die bei dem Umsatz desselben entstehenden fixen Säuren (z. B. Milchsäure etc.) und die gasförmige Kohlensäure auf ihre Wirkung näher untersucht sind; 2) in Mangel an Sauerstoff. Eine Ermüdung aus Mangel an zersetzbarem Material ist bis jetzt noch nicht beobachtet worden, obwohl von vielen Physiologen angenommen, ist sie mehr als unwahrscheinlich. Durch Entfernung der ermüdenden Stoffe meist mit vorläufiger Neutralisation, durch Neuzufuhr von Sauerstoff verschwindet die Ermüdung. Haben chemische Veränderungen im Protoplasma zu Gerinnungen der Albuminate geführt, so geht die Ermüdung in Tod über. Natürlich kann aber auch die Gerinnung manchmal wieder gelöst und damit scheinbar schon gestorbenen Zellen die Erregbarkeit zurückgegeben werden.

Die Bewegung der Flimmerzellen, welche neuerdings näher studirt worden ist, verdient eine eigene Betrachtung, obwohl sie in ihren Bedingungen mit den allgemeinen Gesetzen der Protoplasmabewegung animaler Zellen übereinstimmt. Engelmann fand bei

seinen Untersuchungen der Flimmerbewegung bei Wirbelthieren, vor allem bei dass unter normalen Verhältnissen jedes Flimmerhaar in einer senkrecht auf di der Zelle stehenden Ebene schwingt. Die Schwingungsrichtungen benachbart haare sind unter sich und im Allgemeinen der Längsaxe des Organs, in dem si zellen finden, parallel. Jedes Flimmerhaar macht normal wenigstens 12 ganze Sc in der Sekunde. Jede ganze Schwingung besteht aus zwei halben Schwingunge Dauer, die Kontraktion des Haars dauert länger als die Erschlaffung. Erschlaffu traktion pflanzen sich abwechselnd in Form einer Welle mit der Geschwindigk nigstens 0,24 mm in der Sekunde peristaltisch über das Haar fort. Aus dem leb nismus entfernte Flimmerzellen (Flimmerhaare) werden auch in indifferenten F (Blutserum, Kochsalzlösung von 0,6—1%) nach und nach starr, meist werden Theile der Haare zuerst bewegungslos, dadurch werden die Haarbewegungen »h die Haare beugen sich wie im Knie; im umgekehrten Falle werden die Beweg delnd«, durch unsymmetrische Erstarrung wechselt die Bewegung ihre Richtung tritt der Starre geht ein Stadium der Ermüdung voraus, die Geschwindigkeit d tionsbewegung und die Grösse der Kontraktion nimmt ab. Die Starre beruh theils auf Mangel genügender Sauerstoffzufuhr, theils auf dem Eintritt von der Eiweissstoffe des Protoplasmas, theils auf Anhäufung von Säure (ermüden Nach den Mittheilungen KÜHNE's ist die Starre theils als fortgesetzte krampf nische) Kontraktion des Protoplasmas, theils als wahre Todenstarre aufzufass obachtungen von CALLIBURCES, dass die Flimmerbewegungen beschleunigt we Erwärmung auf etwa 30°, bestätigte ROTH, höhere Temperaturen, beim Fros bewirken Stillstand, der bei Abkühlung wieder aufhört, bei höheren Graden u Einwirkung aber beständig ist (Tod). KÜHNE hält den vorübergehenden St »Wärmetetanus«, den bleibenden der »Wärmestarre« der Muskeln für entsprec hemmt ebenfalls anfänglich vorübergehend, später dauernd die Bewegung, soda Erwärmen nicht wieder hervorgerufen werden kann. Der Grad, bei welchem vo der oder definitiver Stillstand eintritt, ist verschieden. Gefrorene Flimmerzell ihre Cilien hie und da nach dem Aufthauen noch kurze Zeit. Die Wirkung de cität auf die Flimmerbewegung wurde in neuester Zeit von J. KISTIAKOWSKI un mit gleichem Resultate beobachtet. K. untersuchte zuerst mit unpolarisirbaren Er beobachtete das Wandern eines an einem Kokonfaden aufgehängten Siegellack das die abpräparirte Gaumenhaut der Frosches lose berührte, auf dieser hin Ströme jeder Richtung beschleunigten die Flimmerbewegung und damit die Be kleinen Siegellacksignals; dasselbe trat durch Induktionsströme ein. Die Bes überdauerte die Ströme einige Zeit. Natürlich oder künstlich z. B. durch äusser Säuren ermüdete, sich langsam oder gar nicht mehr bewegende Flimmerzellen k rasch verlaufende positive oder negative Schwankungen konstanter elektrischer durch Induktionsströme erregt werden, ganz wie Muskeln und Nerven (ENGEL beobachtet auch ein Stadium der latenten Reizung (cf. Muskel), dessen Da schwachen Strömen bis auf 5 Sekunden und mehr anwachsen kann. Sehr stark Schläge oder fortgesetzt einwirkende Wechselströme vernichten die Cilienbewe chemische Einflüsse, z. B. Wasserentziehung und Wasserimbibition dur rung der Koncentration der bespülenden Flüssigkeit ist die Flimmerbewegung se lich, Wiederherstellung der normalen Koncentration ruft oft die Bewegung wi Die Wirkung der Säuren und Alkalien ist die oben angegebene, gleichgültig ob si keiten oder Gase einwirken Säuren wirken schon in grösserer Verdünnung a Alkalien, der Stillstand durch verdünnte Säuren kann durch verdünnte Alkalien gehoben werden und umgekehrt. Der Kohlensäurestillstand kann durch E Gases durch einen Wasserstoffstrom wieder verschwinden (ENGELMANN). Amm Natron wirken direkt als Reize, insofern sie bei »ermüdeten Flimmerzellen« die wieder hervorrufen wie elektrische Stromschwankungen, ebenso Wärme. Die

rmestarre und die natürliche Ermüdung, bei denen sich also offenbar Säure im Zelprotoplasma bildet, kann nicht durch schwache Säuren, wohl aber durch Alkalien aufgehoben werden. Mangel an Sauerstoff hebt die Flimmerbewegung ziemlich rasch auf, Zufuhr von Sauerstoff oder atmosphärischer Luft bringt die Bewegungen zurück. Kühne wies, dass die Flimmerzellen dem Oxyhämoglobin den Sauerstoff entziehen und auf dessen Kosten ihre Wirkung fortsetzen können; die Flimmerbewegung steht still, sobald die Hämoglobinlösung, in der sich Flimmerzellen bewegten, die beiden Stufen des Oxyhämoglobins nicht mehr zeigt; die Bewegung beginnt wieder mit der Neuzuführung von Sauerstoff zu Hämoglobin. Das Protoplasma zeigt also eine sehr kräftige Anziehung für Sauerstoff, es nicht nur frei aufnehmen, sondern auch aus schwachen Verbindungen für seine Zwecke frei machen kann.

Das Verhalten des Flimmerzellen- und des anderen animalen Protoplasmas ist sonach dem der kontraktilen Fasern und Nerven ganz übereinstimmend; Engelmann hat auch regelmässige Elektricitätsentwickelung an den Flimmerzellen wahrgenommen, die dem Muskel- und Nervenstrom E. du Bois-Reymond's entspricht.

Man hat sich vielfältig nach den Ursachen gefragt, welchen die Flimmerbewegung entspringt. Nach den Darstellungen, die wir oben gegeben, wären die Cilien selbst kontraktil, nach den Angaben Anderer durchsetzen die Cilien die Zellmembran, aus der sie hervorragen, und treten mit dem Protoplasma in Verbindung, sodass sie an den Bewegungen desselben entweder passiv theilnehmen oder vielleicht als Bestandtheile desselben aktiv. A. Stuart will an gewissen Flimmercilien (der Eolidinenlarven) an Muskelfasern erinnernde Querstreifung, in dem Zellprotoplasma selbst eine sehr dichte Längsstreifung gesehen haben; bei den verlangsamten Flimmerbewegungen sah er den Kern der Zelle sich mit auf- und abwärts bewegen, was auf eine abwechselnde Kontraktion des Protoplasmas deuten würde. Bei einigen Thieren sind Cilienbewegungen offenbar freiwillig und stehen unter dem Einfluss des Nervensystems wie die Wimperbewegungen an den Ruderorganen der Räderthiere: »Betrachtet man Thierchen, wenn sie die Bewegung anfangen, so sieht man immer deutlich ein Ausstrecken und Anziehen, ein Greifen der gekrümmten Wimpercilien, das aber alsbald in das Wirbeln übergeht, welches eine andere Art von Bewegung ist als jenes Greifen« (Ehrenberg). Das »kontraktile Gewebe an der Basis der Cilien« wird wohl entweder »spontan« oder bei anderen Wesen unter Nerveneinfluss in Bewegung gesetzt werden. Bei den Wirbelthieren ist die Flimmerbewegung vom Nervensystem direkt unabhängig, seine Bewegungen gehen bei Vernichtung der Nerventhätigkeit, wie es scheint, ungestört fort. Bei Vögeln und Säugethieren dauern bei 15° C. die Bewegungen $^3/_4$—Stunden (Valentin), hören aber schon bei 5° auf. Normale Ermüdungserscheinungen der Flimmerbewegung zeigen sich nicht nur an ausgeschnittenen Flimmermembranen und einzelnen Zellen. J. Müller machte zuerst darauf aufmerksam, dass an den Kiemen der Muscheln zuweilen grosse Strecken ganz ruhen, um nach einiger Zeit ihre Thätigkeit wieder zu beginnen. Die Ermüdung ist kein Beweis für die Nervenwirkung, da das Protoplasma durch seine eigene Thätigkeit die chemischen Veränderungen der Ermüdung einleitet. Ueber das Wesen der Kontraktilität und die dabei stattfindenden Kräfteübertragungen versuche man, wie über andere naheliegende Fragen, bei Muskel.

Zur vergleichenden Anatomie. Man hat neuerdings die Kontraktilität des Protoplasmas an niederen Thieren und an Pflanzen untersucht. Bei der Besprechung der Flimmerbewegung wurden betreffende Beobachtungen schon erwähnt.

Die Untersuchungen Kühne's zeigen, dass die Amöben sich gegen die gleichen physikalischen Eingriffe, denen wir die Flimmerzellen aussetzten, sich ebenso wie diese verhalten. Sie haben keine Membran. Unter der Einwirkung von Schwankungen der Elektricität nehmen sie Kugelgestalt an; sie verfallen in Tetanus; dasselbe ist durch Wärme der Fall, auch im Tode nehmen sie die kugelige Gestalt an. Auch Rhizopoden (Actinophrys Eichhorni), bei denen die Rindensubstanz aus einem »leichtflüssigen« Protoplasma besteht, zeigen das allgemeine Verhalten des Protoplasmas gegen äussere Einflüsse.

Sehr schwache Induktionsströme z. B. verursachen eine Einziehung der Ps
durch allgemeine Kontraktion, Tetanus. Nach KÜHNE zeigen die Myxomycete
Protoplasmabewegungen. Jeder Myxomycetenast zeigt ein rasches Fliessen der
enthaltenen körnchenreichen Flüssigkeit und eine Formveränderung des gan
Besonders wichtig sind seine Untersuchungen über die Bewegungserscheinun
Staubfadenhaaren der Tradescantia virginica. Die Protoplasmaströmungen zeig
hängig von der Kontraktilität des Protoplasma, das sich gegen chemische Einflü
cität und Wärme ganz dem animalen Protoplasma entsprechend verhält. Das S
Protoplasmas hört sofort auf, wenn der Luftzutritt verhindert wird, sei es dur
schichte oder Wasserstoffatmosphäre; Kohlensäure bewirkt zunächst vorübergeh
definitiven Stillstand der Bewegung, die überhaupt ohne Sauerstoff nicht besteh
treten kann; Sauerstoff ist unbedingt zur Erhaltung der Erregbarkeit erforderli

Molekularstruktur organisirter Gebilde.

In dem ersten Capitel haben wir uns ein Bild von dem Bau der o
Gebilde zu verschaffen gesucht, so weit er sich direkt der mikroskop
obachtung darbietet. Die molekularen Vorgänge in den Organismen z
dass wir an denselben noch eine weit feinere Struktur annehmen müss
uns das Mikroskop jemals sichtbar machen kann.

Ueber den molekulären Bau organischer Theile von Thieren un
sind von BRÜCKE, NÄGELI, SACHS u. A. Untersuchungen angestellt word

Das Protoplasma, Zellmembranen, Kerne und alle Zwischenzell
alle organisirten Gebilde, bestehen in ihrem natürlichen lebensfrische
an jedem Punkte, den wir mikroskopisch noch wahrnehmen können,
Gemenge flüssiger und fester Substanzen. Nach BRÜCKE und NÄGELI
uns ihren Molekularbau so vorzustellen, dass feste Massentheilchen, um
einer von denselben angezogenen »Wasserhülle«, die organisirten The
Die Massentheilchen mit ihren Wasserhüllen ziehen einander an, es bleibe
schen ihnen »Molekularinterstitien«, molekulare Räume, welche auch du
(Flüssigkeiten) erfüllt werden. Diese festen Massentheilchen haben wi
dem Sprachgebrauch der Physik so klein zu denken, dass wir sie mit
sten Vergrösserungen uns nicht sichtbar machen können. Schon die
und kleinsten dieser Moleküle sind sehr complicirte chemische Gebilde
Eiweissmolekül, ein Molekül leimgebender Substanz oder Fett oder Zu
sich aus den verschiedenen chemischen Bestandtheilen zusammen, in
zerlegen können. Diese Einzelmoleküle der chemischen Substanzen, we
die rationelle chemische Formel der Verbindung repräsentirt werden,
Bildung grösserer fester Massentheilchen oder zusammengesetzter M
sehr verschiedener Anzahl zusammen, sodass unbeschadet der Unmögli
Moleküle wegen ihrer Kleinheit sichtbar zu machen, diese relativ doc
deutende Grössenunterschiede zeigen können. Nach den Anschauung
sind die zusammengesetzten Moleküle, aus denen die organisirten Subs
stehen, krystallinisch und, wenigstens stets bei den Pflanzengeweben,
chend und liegen lose, aber in bestimmter regelmässiger Anordnung nebe
Im befeuchteten Zustande ist in Folge überwiegender Anziehung, wie g

Hülle von Wasser umgeben, im trockenen Zustande berühren sie sich . Aus dieser Anordnung der Moleküle ergibt sich, dass im Innern eines n Gebildes dreierlei Arten von Kohäsionskräften thätig sind. Einmal Einzelmoleküle (Nägeli's Atome) zu zusammengesetzten, für Wasser inglichen Molekülen vereinigt durch die gleiche Wirkung der Kohäsionshe sie in der anorganischen Natur zu Krystallen zusammentreten lässt. sich aber auch die mit Wasserhüllen umgebenen zusammengesetzten nter einander selbst an und suchen sich einander möglichst zu nähern. wirkt auch noch die Anziehung der Oberfläche (oder Masse) des zusamten Moleküls auf das imbibirte Wasser und dieses bildet dadurch seine le um sich, wodurch dem Anziehungsbestreben der Nachbarmoleküle wirkt wird. Dass die Form der organischen festen Massentheilchen lig oder ellipsoidisch sein kann, sondern polyedrisch sein muss, geht us hervor, dass das in die organischen Gebilde imbibirte Wasser sich allen Richtungen gleichartig einlagert. Indem mehr Wasser in die or- Theile eindringt, oder indem denselben ein Theil ihres Wassergehaltes rocknung entzogen wird, sehen wir sie nicht nur Volumveränderungen, ich Formveränderungen eingehen. Bei der Quellung, die im Allgemeiszunahme bewirkt, sehen wir einzelne Dimensionen verkürzt, andere echend vergrössert werden. Es zeigt das, dass die Molekularkräfte im organischen Bildungen nach verschiedenen Richtungen hin verschiesität haben, was sich nur bei einer polyedrischen Form der zusammen- Moleküle erklären lässt (Nägeli). Die Erscheinungen aber, welche die Theile (der Pflanzen) im polarisirten Lichte zeigen, lassen sich (nach hwendner, Sachs) nur erklären, wenn wir den Molekülen eine krystalstalt und Struktur zuerkennen. Diese zusammengesetzten organischen ind optisch zweiaxig.

dem einzelnen Punkte des organisirten Gebildes scheinen sehr verschiemengesetzte Moleküle, getrennt von ihren Wasserhütten neben einliegen durch die Kohäsionskräfte der chemischen und physikalischen einandert genähert. Wir haben es bei diesen Verhältnissen mit einem ichgewichte zu thun, das beständige Molekularbewegung voraussetzt eich der beständig eintretenden Störungen. Indem die Moleküle sich der physikalisch verändern, werden sich die Anziehungen der einzeleinander und gegen ihre Wasserhüllen wesentlich modificiren müssen. rgrösserung der zusammengesetzten Moleküle wird die Kraft, mit der sie umgebende Wasser wirken, eine geringere, mögen wir in der Berechler Masse des Moleküls oder von seiner Oberfläche die auf die Wasserübten Anziehungskräfte uns ausgehend denken (Nägeli, Sachs). Dadurch e festen Moleküle näher an einander zu liegen, die Kräfte, welche sie auf einander ausüben, werden in ihrer Wirkung verstärkt; die Dich- Substanz nimmt zu, der Wassergehalt entsprechend ab. »Zersplittern« Moleküle durch mechanische oder chemische Einflüsse zu kleineren chen, so nimmt umgekehrt die Wassermenge, die um jedes Theilmogert, zu gegen die Menge, welche das grössere Massentheilchen um sich nte, die Wirkung der kleineren, weiter von einander getrennten festen einander wird eine geringere, die Kohäsion und Dichtigkeit des Kör-

pers nimmt ab. Die grössere oder geringere Dehnbarkeit sonst gleich scher Gebilde steht im direkten Verhältniss zu ihrem Wassergehalt. De gehalt ist uns so direkt ein Mass für die Grösse der festen Moleküle des b organischen Körpers (NÄGELI). Noch reichlicher müssen die chemisch derungen zur beständigen Molekularbewegung beitragen. Die Nothwen beständigen Sauerstoffaufnahme für das organische Leben, wodurch f Stoffumbildungen eintreten, müssen nicht nur die Anziehung verschied küle auf ihre Wasserhüllen, sondern auch die Wirkungen der Molekü ander wesentlich verändern, sodass nur durch ebenso beständige Ausgle Wirkungen der Molekularkräfte das labile Gleichgewicht aufrecht erhalt kann. Das Leben der Organismen ist geknüpft an diese fortwährende arbeit, zu welcher die Kräfte aus dem Stoffwechsel geliefert werden. I liche Ruhe, die wir an den lebenden organisirten Bildungen wahrneh springt nur einer ununterbrochenen molekularen Veränderung, die da gestörte innere Gleichgewicht beständig wieder herstellt.

Der beschriebene Molekularbau gibt uns Aufschluss darüber, wie f an jeden Punkt des Inneren gelöste und absorbirte Stoffe von aussen ei nach aussen abgegeben werden können. Wachsthum und Ernäh ruhen im Grunde auf ganz analogen Vorgängen. In die Molekularinterst gen Lösungen fester Stoffe und Gase aus den die organischen Gebilde Zellmembran umgebenden Flüssigkeiten ein nach den modificirten Ge Endosmose für lebende organische Theile. Die in der Lösung enthalten Moleküle lagern sich entweder an schon vorhandene zusammengesetz Wasserhüllen durchbrechend, sodass diese durch Apposition ihren Stoffwechsel gesetzten Verlust entweder ausgleichen oder übercompen nen. Die einströmenden Moleküle können sich in den mit Wasse Molekularzwischenräumen auch zu neuen zusammengesetzten Molekül gen, die eine gemeinschaftliche Wasserhülle um sich bilden und si schon früher eingelagerten durch Apposition vergrössern. Durch dies rung von neuen Molekülen werden andere Moleküle aus ihren alten Ver gedrängt, sie weichen aus einander, es findet Umfangszunahme des o Gebildes statt, es wächst in die Dicke und Länge. Indem Lösungen u das Innere der Gewebsbestandtheile eindringen oder dort sich durch Umsetzung, Stoffwechsel bilden, werden sie das Molekulargleichgewi sie werden Einflüsse nach verschiedenen Seiten entfalten und erfahren nährungsflüssigkeiten nehmen, so lange sie sich zwischen den Molek organisirten Gebildes befinden, direkt Theil an der Erzeugung der Krä kularbewegung, Wärme, Elektricität, die mit dem Leben untrennbar sind, sie sind integrirende Bestandtheile des lebenden Gewebes, in v eingetreten sind. Ein Haupttheil des Gesammtstoffwechsels eines C scheint bei diesem Durchpassiren von Ernährungsflüssigkeiten durch nisirten Gebilde stattzufinden.

Die Ursachen der Flüssigkeitsströmungen durch organisirte Th Zellmembranen, Protoplasmabildungen, beruhen im Allgemeinen auf ganischen Gesetzen der Diffusion (Endosmose und Gasdiffusion), werd ihrer Anwendung auf lebende Organtheile durch den beschriebenen bau und die Kräfteeinwirkungen, welche auf die durchpassirenden

der in ihrer Lebensbewegung befindlichen Moleküle stattfinden, wesent- dert. Nach dem Absterben treten Gleichgewichtszustände zwischen ebsmolekülen in grösserem Masse als im Leben ein, die todten Gewebe sich dann mehr oder weniger anorganischen Bildungen analog.

räfte, um welche es sich bei der Kohäsion der Moleküle in organischen Theilen sind sehr bedeutende, wie denn, wie wir sahen, überhaupt die Molekularkräfte starke Wirkungen auszeichnen. Das Wasser wird mit grosser Kraft bei der Im- gezogen. Nach JAMIN kann man die Imbibitionskraft der Stärke und des Holzes zu osphären Druck anschlagen. Bei der Imbibition findet eine bei trockenen orga- ubstanzen, z. B. Stärke, leicht nachweisbare Wärmeerzeugung statt, die 2—3°C. kann. Das eintretende Wasser scheint sich also zu verdichten. Zu demselben ommt QUINCKE für die Imbibition thierischer Theile.

tersuchungen von NÄGELI, SACHS, SCHWENDNER beziehen sich zunächst auf Pflanzen- sie lassen sich aber ziemlich vollkommen auf den animalen Gewebsbau übertragen. Entdeckungen über den optischen Bau des Muskels zeigen, dass die Eigenthümlich- s Molekularbaues sich auch in grösseren, sichtbaren Dimensionen wiederholen BRÜCKE's doppelbrechende krystallähnlich gestaltete Fleischtheilchen: Disdiaklasten e einfach brechende Zwischensubstanz eingelagert in ganz analoger Weise, wie en molekularen Bau der Gewebe im Kleinen zu denken haben.

Vassergehalt der Gewebe hat sonach die Aufgabe der Vermittelung der ge- Lebensvorgänge. Der Molekularbau der lebenden organisirten Bildungen, die bewegungen, die Einwirkung der Moleküle auf einander in chemischer und phy- r Weise, der Stoffaustausch für Stoffwechsel, Ernährung, Wachsthum sind durch ergehalt allein ermöglicht. Dasselbe gilt von der Entstehung und Verbreitung er Ströme, da trockene Gewebe die Elektricität nicht leiten. Die chemischen Vor- d die daraus resultirenden lebendigen Kräfte müssen dadurch sehr wesentlich t werden, dass zur Vereinigung von Stoffmolekülen zuerst die Wasserhülle der durchbrochen, die anziehenden Kräfte der Moleküle gegen ihre Wasserhüllen t werden müssen.

Hydrodiffusion, Lösung, Endosmose.

eren Gewebspartien[1]) haben wir neben den mit Flüssigkeiten erfüllten Molekular- n noch gröbere ebenfalls mit Flüssigkeiten angefüllte Gewebslücken; sie bilden feine ere Kanäle, welche die Gewebe und Häute durchziehen. Befinden sich auf beiden ner Membran wässerige Flüssigkeiten, so dass die Haut als Scheidewand dient, wie e Zellmembranen zweier an einander liegender, mit Flüssigkeit gefüllter Zellen, so wir auf den ersten Blick, dass die auf diese Weise hergestellte Trennung der Flüssig- keine absolute ist. Sie stehen durch die ebenfalls mit wässeriger Flüssigkeit gefüllten ren und gröberen Kanäle der Haut mit einander in direkter Verbindung, so dass diesem Falle, wenn wir vor allem von der chemischen Einwirkung absehen, welche ch organisirte Theile passirenden Lösungen erfahren, im Wesentlichen dieselben phy- chen Vorgänge der Mischung der Flüssigkeiten werden erwarten müssen, wie sie ein- wenn wir zwei wässerige Flüssigkeiten ganz ohne Scheidewand mit einander in Be- g bringen.

ei oder mehrere sich mischende aber nicht chemisch zersetzende Lösungen, welche nder in direkte Berührung gebracht werden, tauschen ihre Bestandtheile so lange

[1] Das Genauere über die ausserhalb des Organismus stattfindenden Vorgänge rt findet sich bei A. FICK, medicinische Physik S. 24 ff. zusammengestellt.

mit einander aus, bis die dadurch entstandene Mischung überall vollkommen gl
Die sich mischenden Flüssigkeiten durchdringen sich also gegenseitig vollkommen
kalischen Ursachen, welche in ihnen selbst gelegen sein müssen, da diese gegense
dringung auch stattfindet, wenn gar keine äusseren, sie unterstützenden Mo
Erschütterungen z. B., hinzukommen. Diese Mischung geht dem Gesetze der Sch
entgegen vor sich. Von zwei specifisch verschieden schweren Flüssigkeiten, v
schwerere auf den Boden eines Glascylinders gebracht, die leichtere vorsichtig
mechanische Mischung zu erzeugen auf die erstere geschichtet wurde, durchdrin
die andere ebensogut als wenn der Versuch umgekehrt stattfände. Die schwerere
steigt in der leichtere auf, die leichtere sinkt in die schwerere herab, und es e
lich, trotz des Hindernisses durch die Wirkung der Schwere eine vollkommen
Mischung. Als die physikalische Ursache dieser Mischung der tropfbaren Flüssi
nach E. du Bois-Reymond den Namen **Hydrodiffusion** trägt, muss eine gegenseitig
lische Anziehung der Moleküle der gelösten oder flüssigen Körper angenommen

Lösung. — Zur Ueberführung fester Stoffe in den flüssigen und gasförmigen
Wärme erforderlich.

Die zur Lösung erforderliche Wärmemenge wird der Umgebung, zum gr
dem Lösungsmittel selbst, entzogen, worauf die Kältemischungen beruhen.

Die Menge der bei der Lösung eines festen Stoffes in einer Flüssigkeit latent
Wärme muss wenigstens die gleiche, meist aber grösser sein, als die, welche zum
desselben Stoffes erforderlich ist. Es kann uns nicht verwundern, wenn das
lehrt, dass bei der Lösung der Verbrauch an Wärme, die übrigen Faktoren gle
steigt mit dem Grade der Verdünnung der Lösung. Es gehört ein gewisser, corresp
Aufwand von lebendiger Kraft dazu, die Moleküle weiter und weiter von einand
fernen.

Die Fähigkeit sich in Flüssigkeiten besonders in Wasser zu lösen ist für v
Stoffe eine sehr verschiedene. Sie geht von dem Gewichte 0 bis zu sehr bedeut
then. Manche Stoffe lösen sich nur in heissen Flüssigkeiten, bei den meisten S
die sich lösende Menge für eine gegebene Flüssigkeitsmenge direkt, bei anderen n
Verhältnissen mit der Erhöhung der Temperatur. Einige sind sogar in höhere
turen weniger löslich als in niederen (Eiweiss etc.)

Durch die Gegenwart verschiedener Stoffe in der Lösungsflüssigkeit wird un
den das sonst für reine Flüssigkeiten konstante Gewichtsverhältniss, in welche
Stoff zu lösen vermag, verändert, meist erniedrigt.

Das Wasser verbindet sich durch Kohäsion mit den Molekülen des gelösten S
das schon aus den obigen Darstellungen des molekularen Gewebsbaues sich ergie
verändern die Flüssigkeiten, welche Stoffe in Lösung enthalten, ihren Gefrier-
punkt. Das Wasser in Lösungen gefriert bei einer niedereren und siedet bei ei
Temperatur als das reine Wasser. Durch die Veränderung des Aggregatzustandes d
flüssigkeit werden die Moleküle des festen Stoffes und der Lösung getrennt; bei
scheidet sich der gelöste Stoff ebenso ab, wie er bei der Verdunstung zurückb
verständlich, dass zur Veränderung des Aggregatzustandes plus der Trennung d
eine andere Summe von Kräften erforderlich ist, als zur Veränderung des Aggr
des allein.

Der Vorgang der Lösung fester Stoffe in Flüssigkeiten findet in der Ze
gesammten thierischen Organismus die mannichfaltigste Anwendung. Die me
welche wir als Nahrungsmittel kennen gelernt haben, sind an sich fest und müs
Organbestandtheilen werden zu können, erst gelöst werden. Der Verbrauch der
selbst ist wieder mit einer Verflüssigung verbunden; die verbrauchten Stoffe w
grossen Theil in wässeriger Lösung ausgeschieden: im Harn, im Schweiss.

In dem thierischen Organismus findet Mischung von Lösungen verschie
durch Diffusion, ohne dass sie durch eine Scheidewand von einander getrennt w

em Zelleninhalte selbst statt. In grösseren Flüssigkeitsmengen, wie im Blute, der , dem Harne wird die Mischung hauptsächlich durch mechanische Beihülfe her- durch Erschütterungen, wie sie z. B. bei der Blutbewegung eintreten.

smose. — Man bezeichnet den Vorgang der Diffusion zweier Flüssigkeiten in einander, durch eine für beide durchgängige Membran geschieden sind, als Endosmose. Endresultat der Endosmose ist, wie schon oben angedeutet, ganz das gleiche wie das usion zwischen zwei unmittelbar sich berührenden Lösungen. Die beiden durch eine wand getrennten Flüssigkeiten gleichen ihre Unterschiede ebenso vollkommen wir jene nander aus, ihre Mischung wird endlich eine gleichmässige. Es finden Strömungen ie Scheidewand hindurch von der einen Seite zur anderen statt. Hiebei zeigt sich erkenswerthe Verhalten, dass die Flüssigkeitsmengen, welche von einer Seite zur durch die Diffusionsströme geschafft werden, meist nicht vollkommen gleich sind; usionsstrom in der einen Richtung überwiegt gewöhnlich den in der anderen.

ssenschaftlich messenden Versuchen über Endosmose bedient man sich nach dem e von Jolly, um ein Maass für den ungleichen Werth der verschieden gerichteten zu erlangen, der Verhältnisszahl zwischen den Gewichten der nach der einen und ren Seite übergegangenen Flüssigkeitsbestandtheile und nennt diese Verhältnisszahl losmotische Aequivalent. Dasselbe ist sehr verschieden für verschiedene Zu einer Lösung von kohlensauerem Natron geht z. B. eine weit grössere Wasser- ber als zu einer gleich koncentrirten Lösung von Kochsalz. Man könnte, wie mir mit Vortheil das endosmotische Aequivalent auch als endosmotischen Diffu- iderstand bezeichnen.

s gewann folgende Werthe für die endosmotischen Aequivalente einiger wichtiger

	endosmotisches Aequivalent:
kohlensaueres Natron	32,788
phosphorsaueres Natron	27,945
kohlensaueres Kali	19,534
schwefelsaueres Natron	8,866
Chlorcalcium	5,889
Chlorkalium	3,891
Chlornatrium	3,740
Harnstoff	1,554
Weinsäure	2,945

Untersuchungen von Ludwig und Clötta ist das endosmotische Aequivalent je nach centrationsgrade der diffundirenden Lösung wechselnd. Auch die Temperatur bedeutenden Einfluss, ebenso die Membran, welche als Scheidewand diente. Die es Diffusionsstromes schwankt auch dann, wenn anstatt Wasser eine Salzlösung dem rohre entgegengesetzt ist; dagegen stören sich die Diffusionsströme zweier gegen- differenter Salze wie Kochsalz und schwefelsaueres Natron nicht, wenn sie in einer elben Flüssigkeit gelöst sind, und also gleichzeitig nach derselben Richtung die and durchsetzen. Es geht von beiden Salzen die gleiche Menge in das Wasser über afür Wasser herüber —, als wenn sie einzeln diffundirt hätten. Nach Graham's ungen gehen gewisse Substanzen, die sich meist durch Mangel der Krystallisirbar- sse der Moleküle auszeichnen wie Eiweiss, Gummi, aber auch das krystallisirbare hin nicht endosmotisch durch Membranen hindurch. Graham nennt diese Substanzen bstanzen im Gegensatz zu den endosmotisch wandernden Krystalloidsubstanzen. ete darauf eine Trennungsmethode: Dialyse.

e Erklärung des verschiedenen endosmotischen Aequivalentes wird meist die An- emacht, dass die Scheidewand den verschiedenen durchtretenden Lösungen ver- Widerstände entgegensetzt. Je grösser der Widerstand ist, welchen eine Salzlösung cheidewand erfährt, desto geringer wird in der Zeiteinheit z. B. einer Stunde die

Menge sein müssen, die durch die Scheidewand hindurch getreten ist. Ist diese für einen Stoff unendlich gross, z. B. Kolloidsubstanzen, so tritt gar kein Eindrin in die Scheidewand ein. Die Grundbedingung der Diffusion ist also die, dass wand gleichzeitig den verschiedenen zur Diffusion dargebotenen Lösungen den stattet, d. h. dass sie sich mit ihnen gleichzeitig imbibirt. Als Grund der freien die Anziehung der Lösungsflüssigkeit gegen die Moleküle des gelösten Körpe werden. Ebenso kann man mit M. TRAUBE annehmen, dass der Durchtritt eines eine poröse Scheidewand durch Endosmose dann erfolgt, wenn jenseits der Sch eine Flüssigkeit befindet, in der sich der betreffende Stoff löst, die sonach ein kraft auf ihn ausübt. Je grösser diese Anziehung, je grösser die Poren der Sch je kleiner die Moleküle des gelösten Körpers, desto schneller erfolgt die End grösser erscheint das endosmotische Aequivalent (M. TRAUBE), desto geringer tische Diffusionswiderstand. Doch umfasst dieses Gesetz nicht alle verschied keiten.

Sicher existiren auch Verschiedenheiten in der Anziehung, welche verschi keiten von den Bestandtheilen der Scheidewand erfahren. Für Wasser ist di von organischen Stoffen aus sehr deutlich. Alle trockenen thierischen Stoff begierig aus der Atmosphäre dunstförmiges Wasser an und verdichten es in s stark hygroskopisch. Das imbibirte Wasser scheint analog dem Wasser in Lös einem höheren Wärmegrade zu sieden als im freien Zustande. Auch die Beobachtung (LUDWIG), dass der Procentgehalt der imbibirten Salzlösungen Poren imbibirter Stoffe dem oben dargelegten Molekularbau entsprechend ein sei, spricht für eine Anziehung der thierischen Stoffe gegen Wasser. In der N küle der imbibirenden Stoffe ist der Gehalt der wässrigen Lösung an Salz ein in weiterer Entfernung in der Mitte der Poren, die Moleküle selbst sind mit eine Wassers umgeben. Offenbar wird durch die Verwandtschaft der thierischen eingedrungenen Wasser die Fähigkeit desselben, Salze zu lösen beeinträchtigt Stoffe hat LIEBIG, indem er humöse Substanzen als Scheidewand verwendete, dass sie von der Wand zurückgehalten werden können. Humöse Scheidewänd erde) halten die zur Pflanzennahrung nöthigen Substanzen, z. B. Kalisalze, zu sie dafür unnöthige, z. B. Natronsalze, passiren lassen. Es existirt also hier e gegen gewisse Stoffe in grösserem oder geringerem Grade.

Die Anziehung der todten thierischen Theile für verschiedene gelöste Stof eine verschiedene. Legen wir einen quellungsfähigen thierischen Stoff in eine nimmt er davon keine beliebige sondern eine bestimmte Menge auf; lassen länger in der Flüssigkeit liegen, so findet keine weitere Aufnahme statt. Diese Menge der Flüssigkeit nennt man Quellungsmaximum. Es ist verschieden für Thierstoffe nach der Natur der Flüssigkeit. Ein thierischer Stoff nimmt von Wasser, Salzlösungen von vershiedener Koncentration etc. je ein versch mum auf.

Es leuchtet aus dem Bishergesagten ein, eine wie ausserordentlich wich Diffusionserscheinungen in dem thierischen Organismus anvertraut ist. De grösste Theil der thierischen Stoffe bleibt während der ganzen Dauer des Leb lenem Zustande; alle die Häute und Membranen, die wir im Thierleibe antre wässerigen Salzlösungen imbibirt und gestatten darum wässerigen Lösungen d indem sie ebenso allen mit Wasser nicht mischbaren Flüssigkeiten das Eind Poren verwehren. Die Aufnahme der gelösten Nahrungsstoffe aus dem Darme in Säftemasse; die Ausscheidungen in den Drüsen, aus dem Blute beruhen wenigst auf Diffusionsvorgängen. Die Erfahrungen über das verschiedene endosmotisch der Lösungen; die Beobachtung über das verschiedene Verhalten verschieden gegen den Durchtritt von Flüssigkeiten; das verschiedene Imbibitionsvermög Stoffe für verschiedene Lösungen etc. geben uns für die erste Orientirung Fing

:it des Zustandekommens der Drüsenausscheidungen aus dem Blute, wo wir bald ld jenen gelösten Stoff austreten sehen, ohne eine andere Vorrichtung als die Ver- verschiedener quellungsfähiger Membranen. Das Vorkommen bestimmter anorga- ilze in den einzelnen Zellen, in denen wir hierin eine so bedeutende Verschiedenheit nen, beruht sicher auf Verschiedenheiten, welche die einzelnen thierischen Stoffe fnahme von Flüssigkeiten und Lösungen erkennen lassen.

der bedeutungsvollen Lichtblicke, welche uns die Beobachtungen über Diffusion in svorgänge der thierischen Zelle, des thierischen Organismus gestatten, bleibt doch s auch nach dieser Richtung noch in Dunkel gehüllt. Die einfachen Verhältnisse, s jetzt bei Diffusionsversuchen betrachtet werden, entsprechen noch wenig den a Vorkommnissen im lebenden Organismus. Es wäre ganz falsch zu glauben, dass ır todte Membranen und Gewebe gefundenen Werthe für Endosmose und ı irgend etwas lehrten fur die Vorgänge im lebenden Gewebe. Die eigentliche iche, Imbibition, gegründet auf die allgemeinen Gesetze der Hydrodiffusion treten ıden Gewebe vielleicht niemals rein auf. Der Vorgang der Stoffaufnahme und ł ein aktiver, im letzten Grund auf den Lebenseigenschaften der Gewebe beruhend. ren zuerst die Beobachtungen der Mikroskopiker, welche zeigten, dass eine ge- : Imbibition wie in todte Gewebe in lebende nicht stattfindet. GERLACH fand, dass ımale Zellen und Gewebe von indifferenten Farbstofflösungen, in denen sie sich Nichts aufnehmen, dass diese dagegen in todte sogleich eindringen und sich dort it Pflanzengeweben machten H. MOHL, NAGELI und andere dieselben Beobachtungen, ı der zweite diese Verhältnisse noch weiter auf ihre Erscheinungen untersuchte. ile Gewebe und Zellen ergeben die Beobachtungen (J. RANKE), dass sie sich in Flüs- welche für das Zellenleben indifferent sind, nicht imbibiren. Indifferent in diesem d vor allem die Lösungen der verschiedenen neutralen Natronsalze von der entration der thierischen Gewebssäfte also etwa von 0,5—1$^0/_0$. Für Froschgewebe ist ntration 0,6$^0/_0$—0,7$^0/_0$, wie es nach den angestellten Versuchen erscheint, am un- dten. Neutrale Zuckerlösungen auch von mehreren Procenten erscheinen für die les Frosches) ebenfalls ziemlich indifferent, ebenso Harnstofflösungen für Muskeln herische Nerven, während sie die Erregbarkeit gewisser centraler Nervensubstanz- rnichten. Noch eine Reihe anderer Stoffe reiht sich hier an.

r Betrachtung der chemischen Einflüsse auf die Protoplasmabewegungen fanden schwach sauere oder schwach (stärker) alkalische Lösungen die Lebensenergie der n Gebilde herabsetzen, vernichten, dass sie sich gegen dieselben nicht indifferent . In saueren und alkalischen Losungen sehen wir die lebenden Gewebe sich auch r weniger rasch imbibiren in dem Verhältniss, als ihre Lebenseigenschaften in sungen geschwächt und vernichtet werden. Sehr auffallend ist es, dass zu den sten Stoffen für die verschiedensten Gewebe: Muskelsubstanz, peripherische und lervensubstanz etc. sich Salze erweisen, die in keinem Gewebe fehlen und einen ıen Bestandtheil derselben ausmachen: die Kalisalze der verschiedensten Eine äusserst geringe Menge von Kalisalzen in die Blutcirculation warmblütiger oracht, tödtet dieselben wie ein Blitzschlag. Die oben genannten Gewebe sterben, ln unter Zuckungen, in Kalisalzlösungen von derselben Koncentration ab, welche ısalzen sich als vollkommen wirkungslos erweist. In allen Kalisalzlösungen sehen :ine rasche Imbibition der Gewebe erfolgen.

se Beobachtungen reihen sich andere an, welche zeigen, dass die Imbibition auch ,enn durch übermässige Thätigkeit (Tetanus bei Muskeln und Nervensubstanz) die rgie der Gewebe physiologisch aus inneren Gründen herabgesetzt ist. Schon bei htung der Einflüsse auf die Protoplasmabewegungen haben wir erwähnt, dass die , sowie das Absterben der Gewebe mit einer Säureanhäufung (Fleischmilch- ıere phosphorsauere Salze, Kohlensaure) in den Zellen und Zellenderivaten ein- Die Schwächung oder Vernichtung der Lebensenergie der Zellen und Gewebe

durch Säuren, die von aussen einwirken, hat also sein Analogon in der Wir
Ermüdung und Absterben innerhalb der Zellen und diesen äquivalenten Gewe
auftretenden Säuren. Bei der Einleitung der Imbibition durch Ermüdung un
haben wir es also zunächst mit einer Säurewirkung zu thun, die uns schon
deren Beobachtungen bekannt ist.

Um einige Beispiele anzuführen, so ist etwa (J. RANKE)

	Quellungsmaximum:	
	Chlornatriumlösung 1%	Chlorkaliumlösung
für lebende geruhte Muskeln	0	positiv, aber unbestimm Muskel sehr rasch absti
für lebende tetanisirte Muskeln	13	positiv, aber unbestimm selben Grunde.
für todte (geruhte u. tetanisirte) Muskeln	35%	136%

Für die Nervensubstanz (Rückenmark von Fröschen) wurde gefunden (

Lösung:	Mittlere Quellungszunah der ersten Stunde:	nach 2
1% Chlornatrium	0	
1% Natronsalpeter	3,4%	
1% saueres phosphorsaueres Natron	10,2%	
1% Chlorkalium	16,4%	
1% Kalisalpeter	18,1%	
1% neutrales (schwachalkalisches) phosphorsaueres Natron	28,5%	
Destillirtes Wasser	57,8%	

Die Beobachtungen am Muskel sind denen an der Nervensubstanz ganz analo
ihnen zeigt sich das destillirte Wasser als eines der heftigsten Gifte, das
barkeit ungemein rasch vernichtet.

Am wichtigsten für die Beurtheilung ist die Differenz in der Quellung animale
in neutralen Natron- und Kalisalzen gleicher Koncentration. Kali und Natron k
der anorganischen Natur wechselsweise ersetzen, in der organischen Natur
die Salze des einen vollkommen indifferent in einer Koncentration, in welcher
als das heftigste Gift wirkt. Dem entsprechend sehen wir von Natronsalzlö
Nichts aufgenommen, während von der gleich koncentrirten Lösung des Ka
sehr reichliche Menge eingetreten ist.

Gegründet auf die Imbibitionsversuche an lebender Muskel- und Nervensu
an den Drüsenzellen der Darmschleimhaut sprechen wir das

Imbibitionsgesetz lebender Gewebe (Zellen)

folgendermassen aus:

Die lebenden Gewebe (Zellen) nehmen durch Imbibition
Stoffe in sich auf, **wenn ihre Lebensenergie geschwächt ist.** Es ist glei
ob diese Schwächung der Lebensenergie durch die zur Imbib
gebotenen, von aussen andringenden Stoffe selbst erzeugt w
nahme von alkalischen und saueren Flüssigkeiten, von Lösu
Kalisalzen und destillirtem Wasser etc.) oder ob innere physi
Zustände (sauere Reaktion des Zellinhalts durch gesteigerte T
des Protoplasma (Tetanus bei Muskeln und Nerven), oder dur
nendes Absterben) die Lebensenergie alteriren.

Man hat öfters den lebenden Zellen ein »Auswahlvermögen« zugeschrie
sie nur die für ihren Lebensprocess nöthigen Substanzen in sich eindringen la
Imbibitionsgesetz lehrt, dass die lebensfrische Zelle nur Stoffe in sich eintret
primär ihre Lebensenergie herabsetzen, welche, wenn sie auch zum Theil für

ibehrlich sind, ihre Aufnahme doch nur ihrer ersten, schwächenden Wirkung

hrer Lebensenergie aus physiologischen Ursachen z. B. Tetanus herabgesetzen
nente imbibiren sich nach dem Gesagten auch in indifferenten Lösungen. - Es
zwischen der äusseren Flüssigkeit und dem Zellinhalt ein mehr oder weniger
iffusionsverkehr. Dadurch treten die dem Zellenleben schädlichen Substanzen,
B. durch gesteigerte Thätigkeit in der Zelle anhäuften (Säuren, ermüdende Stoffe),
heraus; damit hebt sich die Lebensenergie der Gewebe wieder und nun sehen
skeln und Nerven konstatirt) nicht nur die Flüssigkeitsaufnahme sistirt, sondern
uch besonders deutlich bei Muskeln die überschüssig aufgenommene Flüssigkeit
r ausgepresst werden.
lebenden Organismus sind die von uns geforderten Bedingungen zur Flüssigkeits-
nd Abgabe von Seite der Zellen und Gewebe beständig gegeben. Stets sehen wir
aus inneren Ursachen in der Intensität ihrer Lebensenergie auf- und abwärts
Organe, die durch stärkere Arbeitsleistung ermüdet sind, erhalten einen ge-
Ernährungsstrom gerade durch die chemischen Veränderungen des Protoplasmas
ebilde, welcher die eingetretenen Störungen des Zellenlebens zunächst durch
der schädlichen Zersetzungsprodukte, dann durch Ersatz der verlorenen Be-
und durch Neuzufuhr von Sauerstoff als Stoffwechselbedingung ausgleicht. Sind
Gewebsporen aus äusseren oder inneren Ursachen geöffnet, sodass überhaupt ein
von Flüssigkeiten stattfinden kann, dann erst treten die Vorgänge der Hydro-
ihrer anorganischen Gesetzmässigkeit ein. Unsere Beobachtungen werfen ein
en Werth und die Wirkung der alkalischen Reaktion der Gewebsflüssigkeiten,
und alkalische Reaktion der Verdauungsflüssigkeiten, des (geringen) Kaligehalts
nd Lymphserums für die Vorgange der Stoffaufnahme und Abgabe.
Zellen und Zellenderivaten, denen eine aktive Kontraktilität des Protoplasmas zu-
n man sich schematisch den Porenverschluss ihrer Zellmembranen (und Aussen-
durch welche während des ungestörten Lebens das Eindringen indifferenter Flüssig-
dert wird, so vorstellen, dass man eine beständige (Tonus) oder rhythmische leichte
des Protoplasmas annimmt. Da dieses mit den Zellmembranen (und Zellaussen-
mehr oder weniger fest verbunden ist, so wird die innere Wand der elastischen
n (die inneren Partien der Zellaussenschichten) eine gewisse Zusammenziehung,
ktion erleiden. Nehmen wir nun Poren (und Molekularinterstitien) an, welche
en senkrecht röhrenförmig durchsetzen, so müssen diese durch den von innen
d ausgeübten Zug trichterförmig nach innen verengert oder verschlossen wer-
aus inneren Ursachen die Lebensenergie des Protoplasmas gelähmt, so hört der
Innenschichten der Zellhüllen mehr weniger auf, die Poren öffnen sich und
n können in die Zelle eintreten. Wenn sich die Lebensenergie des Protoplasma
t, so wird der frühere Porenverschluss wieder erneuert, nachdem zuerst bei
der Kontraktion und noch offenen Poren die überschüssig aufgenommenen Flüs-
urch den nun aktiv wieder gesteigerten Druck im Zelleninnern wieder ausgepresst
indet keine Rückkehr zum normalen Leben statt, wenn z. B. die aufgenommene
das Protoplasma tödtet, so wird solange Flüssigkeit in die Zelle eintreten können,
urch in der Zelle steigende Druck noch die Zellhüllen (Zellmembran oder Aussen-
der das Gesammtprotoplasma auszudehnen vermag, was je nach der Elasticität
lde verschieden sein muss. Das Imbibitionsmaximum einer Zelle stellt sich dann
edene gelöste Stoffe verschieden, je nachdem die Elasticität der Zellhüllen und
smas durch sie beeinträchtigt wird; so lassen sich die verschiedenen Imbibitions-
verschiedene Lösungen erklären.

rklärung bezieht sich zunächst auf die Stoffaufnahme todter oder sonst in ihrer
gie aus inneren Ursachen geschwächter Gewebe und Zellen. Sie lässt sich aber
ausdehnen auf die Imbibitionsverhältnisse durch Schwächung des Protoplasma-

lebens vermittelst Stoffen, die von aussenher eindringen, indem diese zunäch
sche Einwirkung auf die Zellhüllen und von da aus auf das Protoplasma a
Erfolg dann der gleiche ist, als wäre die Schwächung primär aus inneren Grü

Die Beobachtungen über Imbibition und Diffusion im lebenden Organ
uns Aufschlüsse darüber, warum wir besonders die anorganischen Stoffe i
und Gewebsflüssigkeiten so eigenthümlich vertheilt sehen. In den Gewe
Blutserum, Lymphserum, in der Ausscheidungsflüssigkeit der Leber: Galle
ausschliesslich Natronsalze, dagegen in den Geweben und Zellen: Blutkör
Organen finden wir vorwiegend Kalisalze. Wir wissen jetzt, dass der Grun
zu suchen ist, dass die Gewebe ein »aktives Aufnahmsbestreben« für Kalisalz
diese ebenso in sich zurückhalten, wie wir durch LIEBIG das für die Ackererd
fahren haben. Natronsalze dagegen werden von den Geweben ebenso wenig
Ackererde gebunden. Der geringe Kaligehalt in den Gewebsflüssigkeiten rührt
Nahrung, theils von den zerfallenen Gewebspartien her.

Aehnlich wie gegen Kali sehen wir die Gewebe sich gegen Phosphorsä
Von den Nerven wissen wir, dass sie in anderen sehr verdünnten Säuren ve
lange ihre Lebenseigenschaften bewahren können, dagegen sterben sie unte
nahme in verdünnten Phosphorsäurelösungen sehr bald ab. Es verhält sich
Leben der Nerven nicht weniger als das Kali wichtige Phosphorsäure in Bezie
bition ebenso wie dieses (J. RANKE).

Zwischen den verschiedenen lebenden Zellen und Zellenderivaten herrsch
verkennender Unterschied in Beziehung auf die Raschheit, mit welch
Stoffe auf sie einwirken und in sie aufgenommen werden. D
sich das ganz eigenthümliche Verhalten, dass manche Stoffe für gewisse Gew
für andere dagegen schädlich erscheinen. So wirkt, wie schon oben angegebe
primär nur (erregend) auf die centralen Gehirnpartien, in denen das Reflexhem
liegt. Kohlenoxydat ist gegen alle Gewebe indifferent, bewirkt
des Organismus durch eine Verbindung mit dem Hämoglobin, wodurch dieses
Sauerstoff aufzunehmen. Näheres wird vor allem bei dem Nervenleben beige
müssen. Derartige Unterschiede geben uns einen Einblick in einen unermes
thum von Wechselwirkungen der Erregbarkeit, Stoffaufnahme und Abgabe, an d
ders auch die anorganischen und krystallisirbaren organischen Stoffe im Körp

Filtration. Ausser den besprochenen Lebenseinwirkungen auf die Endos
drodiffusion verbinden sich mit denselben noch andere Vorgänge zum The
Wichtigkeit.

Zunächst sehen wir mit den Diffusionsvorgängen sich stets Filtration m

Die Filtration ist von der Diffusion, durch deren Vermittelung gelöste
Membranen hindurchtreten (Endosmose) zunächst dadurch unterschieden, das
unter Wirkung eines Druckes gelöste Stoffe durch Membranen, Scheid
während die Endosmose von äusserem Druck unabhängig ist. Die Ursachen
sind, ausser der Schwerewirkung, positive und negative Spannungen, die a
Inhalt von Zellen, Blut- und Lymphgefässen etc. meist durch die umschliesse
nen ausgeübt werden. Der Filtrationsprocess erfordert, dass der Druck auf
geringer sei als auf der andern, von welcher der Strom der filtrirenden Flüss
Das kann dadurch erreicht werden, dass der Druck im Innern bestimmter Zell
derivate durch übermässige Imbibition, z. B. nach Tetanus der Muskelfasern
wobei dann theils von den passiv übermässig gespannten Hüllschichten, t
dem sich wieder kontrahirenden Protoplasma Flüssigkeiten ausgepresst — filt
Da die Weite der Gefässe der Ernährungsflüssigkeiten unter dem Einfluss de
mes steht, so kann der Druck in ihnen und ihren Kapillaren abwechselnd an
nehmen. Steigt der Druck z. B. in den Blutkapillaren, durch Erhöhung d
Blutdrucks oder durch Erweiterung der zuführenden Gefässe durch Nervenei

Druck in dem umgebenden Gewebe, so findet Filtration aus den Kapillaren in die ng statt. Das Umgekehrte wird der Fall sein, wenn sich die Spannung in den Kapil- rmindert unter den Werth der Gewebsspannung. Bei der Absonderung der Galle darüber interessante Beobachtungen angestellt, die sehr leicht zu bestätigen sind. der Abfluss der Galle in den Gallegefässen nicht gehindert, der Druck in denselben en Kapillaren nur sehr gering ist, findet eine Ausscheidung von Galle (Filtration) aus bergewebe in die Gallekapillaren statt; staut sich dagegen die Galle in den Galle- durch Behinderung des Abflusses an, sodass der Druck in ihnen bis zu einer ge- Höhe, 20 C.M. Wasserhöhe (HEIDENHAIN) bei Meerschweinchen ansteigt, so tritt nun die Galle in das Leberparenchym zurück. Der Druck kann auf der einen Seite auch relativ erhöht werden, dass er auf der anderen Seite absinkt (Saugdruck). Durch rations- und Diffusionsvorgänge setzen sich die Spannungen in den Gefässkapillaren Geweben mehr oder weniger vollkommen ins Gleichgewicht. Mit der steigenden ng in den Kapillaren steigt auch die Spannung (durch Flüssigkeitsaufnahme) in den nden Geweben. Wird nun der Druck in den Kapillaren vermindert unter den ent- setzten Einflüssen, die wir oben für die Erhöhung der Spannung namhaft machten nderung des allgemeinen Blutdrucks, Reizung der vasomotorischen Nerven (Kälte), sich eine Druckausgleichung im entgegengesetzten Sinne, vom Gewebe in die Ka- einstellen. In den Zotten des Darms werden wir eigentliche Saugeinrichtungen lernen, die wie ein aufgesetzter Schröpfkopf durch lokale Aufhebung (Verminde- es Luftdruckes Flüssigkeiten einsaugen. Abnahme der Gewebsspannung aus inneren en wird die Filtration aus den Kapillaren ebenfalls begünstigen. Im Allgemeinen, ab- n von den Lebenseigenschaften der Membranen, können wir aussprechen, dass die der filtrirenden Flüssigkeit steigt mit der Zunahme des Druckunterschiedes und hrt.

Filtration hat in so fern eine sehr grosse Aehnlichkeit mit der Imbibition und Hydro- , dass auch hier zunächst nur Flüssigkeiten der Durchtritt gestattet wird, in wel- sich die betreffenden Membranen, durch die filtrirt werden soll, iren. Bei lebenden Membranen tritt also hier wieder die ganze Mannigfaltigkeit der nwirkungen auf die Imbibition in Wirkung, und das Filtrationsgesetz leben- mbranen ist im Wesentlichen das gleiche wie das oben aufgestellte Imbibitions- J. RANKE).

storbenen Membranen, z. B. Magen- oder Darmschleimhaut, filtriren indifferente mit grosser Leichtigkeit. Als indifferente Flüssigkeiten sind zu nennen: Brunnen- , 1% Chlornatriumlösungen, neutrale Zuckerlösungen. Diese indifferenten Lösungen (von der Epithelseite) nicht durch lebende Membranen, sie filtriren nicht durch Epithelien. Dagegen filtriren durch lebende Epithelien: destillirtes Wasser, schwach und schwach alkalische Flüssigkeiten, z. B. 1% saueres schwefelsaueres Natron, 1% -kohlensaueres Natron, 1 pro mille Salzsäure. Starke Säuren, z. B. 1% Salzsäure weder durch lebende noch todte Schleimhäute. Mit Ausnahme der 1% Chlorkalium- dringen in die Epithelien der Magen- und Darmschleimhaut dieselben Stoffe zur on ein, die wir auch mit rasch schwächender Einwirkung auf die Lebensenergie in und Nerve eindringen sehen. Wir sehen sonach auch bei diesen Epithelien eine Resistenz gegen das Eindringen physiologisch indifferenter Stoffe. Durch die un- ten, lebenden Epithelien passiren nur solche Flüssigkeiten, welche eine physiologisch ernde Wirkung auf dieselben ausüben, welche die Lebensenergie ihres Protoplasmas tzen (J. RANKE und HALENKE). So werden alle die Vorgänge der Aufnahme und Ab- n Stoffen durch die Epithelien und Zellen, die man sich gern als rein physikalische ge dachte, im Organismus in physiologischer Weise modificirt.

ch die Filtration können gewisse Stoffe wie durch Diffusion von einander getrennt . Bei geringerem Drucke filtriren nur wahre Lösungen, Lösungen von Krystalloid- zen (GRAHAM), während die unächten Lösungen gequollener Substanzen (Kolloidsub-

stanzen), wie Eiweiss, Stärke, Gummi, nicht hindurchtreten. Letztere thun
steigendem Druck, doch immer in kleinen Mengen. So kann Eiweiss bei seh
Druck in den Nierenkapillaren im Harn erscheinen (?); der gewöhnliche Gr
thologischen Vorgangs ist jedoch theilweiser Mangel der Harnkanälchen-Epi
Filtration regulirt.

Zu diesen Komplikationen der Diffusions- und Filtrationsvorgänge kommt n
Obigen der verschiedene Bau der thierischen Membranen hinzu,
sen der Durchtritt den Flüssigkeiten nur nach bestimmten Richtunge
Nach den Beobachtungen von Matteucci und Cima soll das endosmotische Ä
dieselben Membranen wechseln, je nachdem man die eine oder die andere Seit
oder der Salzlösung gegenüber setzt. Für die Filtration kann man bei leb
und Darmschleimhaut die Ungleichheit des Filtrationsvorganges leicht nachweise
man die Epithelseite oder die Aussenseite der filtrirenden Flüssigkeit darbiete
hat an dem Schalenhäutchen der Eier, welches mikroskopische Poren besi
dass es nur nach einer Richtung den Flüssigkeiten den Durchtritt gestattet.
keiten gehen leicht hindurch, wenn sie von der Schalen- zur Eiweissseite hin
den, gar nicht in umgekehrter Richtung. Es müssen Vorrichtungen vorhan
die oben für die Imbibition angedeuteten, welche ventilartig die Poren nach e
ten Richtung abschliessen. Wie mannigfach mögen analoge Einrichtungen in a
schen Membranen sich finden. Vielleicht zeigt jede Zellenmembran ein analog
so dass den austretenden Stoffen andere Widerstände als den eintretenden en
Dass es sich bei diesen Ventilen wenigstens zum Theil um Elasticitätswirkung
uns angenommenen Art handelt, geht aus unseren Beobachtungen an den Schlei
vor. Die Schleimhäute, welche die Epithellage nach aussen, auf der Luftseite,
len wie gesagt stets und alle Flüssigkeiten. Giesst man auf eine so an den Grun
befestigte Membran Flüssigkeit in höherer Schichte auf, so tritt eine mehr
starke Ausbuchtung der Membran ein, sie wird nach aussen hervorgewölbt.
schein lehrt, dass zuerst an einzelnen Punkten kleine Tröpfchen hervortreten,
an Grösse zunehmen, die übrigen Schleimhautstellen sind dann noch ganz t
und nach erst fliessen die Tropfen zusammen und fallen ab. Der Durchtritt
Stellen statt, an denen Lücken zwischen den Epithelzellen, hauptsächlich
innen erfolgende Ausbuchtung der Membran, entstanden sind, oder schon
zufällige Verletzung vorhanden waren. Gerade umgekehrt ist das Verhältni
die Epithellage nach innen befindet. Hier werden durch den Filtrationsdruck
Epithelzellen nicht auseinander gezerrt, wie im ersten Fall, sondern, wie
Ueberlegung lehrt, zusammengepresst. Der Erfolg muss der sein, dass auch
Läsionen der Epithellage dadurch verschlossen werden. Da sich die lebenden
indifferenten Flüssigkeiten nicht imbibiren, so konnte in keinem der angestel
eine Filtration indifferenter Lösungen durch die lebende Epithelschichte in
Richtung beobachtet werden.

Im Allgemeinen sehen wir, dass Flüssigkeitsbewegung von einer Zelle
stattfinden aus Ursachen, die nicht der Willkür des Organismus unterworfen
dahin, wo sich eine Differenz in der Concentration einer Zellenflüssigkeit an
Stoffe mit allen oder einer anderen Zelle zeigt, wird durch Diffusion ein Säftest
werden, der die entstandenen Ungleichartigkeiten in Bälde wieder auszuglei
So wird die Flüssigkeitsbewegung zu dem Hauptfaktor, welcher die norma
Zellenkonstitution aufrecht erhält. Es kann in keiner Zelle sich abnormer W
ster Stoff anhäufen, ohne dass er durch gesteigerte Diffusion zwischen der be
den nachbarlichen Zellen oder Gewebsflüssigkeiten ausgewaschen würde.

Aus Allem geht aber hervor, dass wir auch in Beziehung auf Hydrodiffusio
setze so einfacher Natur sind, die unendliche Mannigfaltigkeit, in der sie sich
Falle im thierischen Organismus bethätigen, kaum zu ahnen vermögen.

Gasdiffusion und Absorption im Organismus.

ebenden Organismus, in der Zelle, finden die vitalen Thätigkeiten nur unter unge-
Einwirkung des Sauerstoffs statt, der den Zellen theils gasförmig, theils lose gebun-
. Hämoglobin) zugeführt wird. Auf der anderen Seite kann das organische Leben
estehen, wenn nicht die durch die physiologische Oxydation entstehende Kohlen-
eständig entfernt wird, da sie für die Gewebe eines der heftigsten Gifte ist. Koh-
e und Sauerstoff sind die beiden wichtigsten Gase, die bei dem organischen Leben
der Pflanze als des Thieres in Betracht kommen. Ausserdem entfernt sich aus dem
n Organismus, wenn er sich nicht in Wasser befindet (z. B. Fische), auch fortgesetzt
ssere oder geringere Menge von Wasserdampf, es tritt Stickstoff in ihn ein und
n Darme entstehen aus Gährungsvorgängen noch Kohlenwasserstoff und Wasserstoff.
ge andere Gase und ihr Verhalten zum thierischen Organismus werden wir im Ver-
r speciellen Darstellung noch kommen.

Wechselverkehr des Organismus mit Gasen beruht zunächst auf den Gesetzen der
ion und Absorption der Gase, doch finden sich auch hier Ausnahmsverhält-
n lebenden Organismus, welche die anorganische Gesetzmässigkeit zum Theil ver-

bezeichnet mit dem Worte Gasdiffussion den Vorgang des Ineinanderströmens
er in freie Verbindung gesetzter Gasmassen. Ihr schliessliches Resultat ist das gleiche
s der Hydrodiffusion, es entsteht ein gleichmässiges Gemenge hier von Gasen, dort
ungen. Gase, die in ein Vacuum einströmen, füllen dieses vollkommen und
ässig aus, dasselbe ist der Fall, wenn in dem Raume, in welchen ein Gas einströmt,
ein anderes Gas enthalten war, wenn beide Gase sich nicht chemisch beeinflussen.
chiedenen, nicht chemisch auf einander wirkenden Gase verhalten sich, als wären
einander gar nicht vorhanden; ein Raum, welcher von einem indifferenten Gase
t, verhält sich für ein anderes, als wäre er ein Vacuum.

die Menge des einen Gases in dem gegebenen Raume gross oder klein sein, oder,
zu sagen pflegt, mag der Gasdruck für das eine Gas eine beliebige Höhe besitzen,
ein anderes Gas sich doch in dem Raume noch ebenso verbreiten, als wenn er voll-
er wäre. Unsere Luft ist aus Sauerstoff und Stickstoff zusammengesetzt, ge-
ie durch die Athmung der thierischen Organismen zugeführte Kohlensäure ver-
ich vollkommen in ihr, sodass sie überall in gleichem, sehr geringen Procentver-
gefunden wird, wo nicht durch lokale Produktion eine momentane Anhäufung
t, die sich jedoch möglichst rasch ausgleicht. Der Gasdruck, den der Sauerstoff
t, der Sauerstoffdruck ist ein weit grösserer als der der Kohlensäure, der Sauerstoff
weit bedeutender Menge in der Atmosphäre vorhanden; die Kohlensäure steht also
einem geringeren Druck ihrer eigenen Masse: der Kohlensäuredruck ist, entsprechend
ringeren Menge Kohlensäure in der Atmosphäre geringer als der Sauerstoffdruck.
ase streben danach, in einem gegebenen Raum, z. B. in der ganzen Atmosphäre unter
leichen Druck zu stehen, überall also, wo momentan eine zufällige Anhäufung eines
stattfindet, tritt das Diffusionsbestreben in Wirksamkeit, welches nach längerer oder
er Zeit zu einer völligen Ausgleichung des Druckes des betreffenden Gases, zu einer
ässigen Mischung desselben mit den übrigen Gasen führt. Das Gesetz, nach welchem
fusion der Gase stattfindet, ist sehr einfach: Die Geschwindigkeiten, mit
hen verschiedene Gase unter gleichen Umständen (gleichem Druck)
ch eine sehr feinporöse Scheidewand ins Leere oder in andere Gase
ndiren, verhalten sich umgekehrt wie die Quadratwurzeln aus den
cifischen Gewichten der Gase.

erade so wie Gasarten in Räume einströmen, die scheinbar schon von einem anderen
eingenommen sind, so strömen sie auch unter Umständen in die Molekularinterstitien

von Flüssigkeiten ein, ohne dass dazu eine chemische Verwandtschaft zwis
Flüssigkeit erforderlich wäre. Ebenso wie ausserhalb so üben auch innerhalb
keiten die Gase keinen Druck aufeinander aus, sodass in dieselbe Flüssigkeit
Anzahl von Gasen gleichzeitig einströmen kann.

Wenn zu diesem Eindringen der Gase in Flüssigkeiten auch keine eigentlich
Verwandtschaft gehört, so ist dabei doch eine gewisse Attraktion der Flüssigk
Gasmolekülen unverkennbar. Wir treffen bei der Lösung der Gase in Flüssig
sorption, analoge Gesetze wie wir sie bei der Lösung fester Körper in Flüs
den. Jede Flüssigkeit absorbirt bei konstanter Temperatur von einem bestimm
bestimmtes Volumen, die Volumina, welche eine Flüssigkeit bei gleicher Tem
verschiedenen Gasen zu absorbiren vermag, sind sehr verschieden. Das ab
volumen wechselt je nach der Temperatur der absorbirenden Flüssigkeit. Wäh
Lösung der festen Stoffe die gelöste Menge gewöhnlich steigt mit der Temper
sungsmittels, sehen wir bei den Gasen den umgekehrten Fall; mit der steigen
ratur wird die Absorptionsfähigkeit der Flüssigkeiten fast immer geringer, ei
Ausnahme bildet bei höheren Graden wie es scheint nur der Wasserstoff. Bei e
ratur von 100°C. ist das Wasser nicht mehr im Stande, irgend ein Gas in sic
sein Absorptionsvermögen ist dann = 0.

Man bezeichnet als »Absorptionskoëfficient« diejenige Menge von Gas,
Flüssigkeit, die frei mit dem zu absorbirenden Gas communicirt, aufzunehm
Die Absorptionskoëfficienten sind, wie gesagt, für jede Flüssigkeit und jedes
jede Temperatur verschieden. Nach den Beobachtungen von BUNSEN absorbirt
einheit Wasser bei verschiedenen Temperaturen Kohlensäure, Stickstoff und
in folgenden Mengen:

Gasart:	Temperatur:	Aufgenommenes Volumen:	
Kohlensäure . .	0°	1,7967	
	20°	0,9046	
Kohlenoxyd . .	0°	0,032874	
Stickgas . . .	0°	0,02034	
	20°	0,01401	
Sauerstoff . . .	0°	0,04114	
	20°	0,02838	
Wasserstoff . .	0°	0,0163	ebensoviel bei höhere

Der Absorptionskoëfficient ist von dem Drucke des Gases unabhängig.
Drucke nimmt dieselbe Flüssigkeit das gleiche Gasvolumen auf. Nach de
MARIOTTE'schen Gesetze steigt die Dichtigkeit — das specifische Gewicht — de
mit dem auf ihnen lastenden Druck; daraus folgt nach dem mitgetheilten Absor
dass die aufgenommenen Gasgewichte direkt mit dem Druck, unter welchem di
geschieht, wachsen. Die aufgenommenen Gasvolumina bleiben sich unter je
gleich, doch wiegt bei höherem Druck das gleiche Volumen entsprechend m
weniger hohem.

Die in Flüssigkeiten absorbirten Gase verlieren nicht ihr Diffusionsbestreb
wir eine mit Gas bei einem bestimmten Gasdruck gesättigte Flüssigkeit, z. B.
Kohlensäure in einen geschlossenen Raum, der mit einer anderen Gasart, z. B.
gefüllt ist, so diffundirt die Kohlensäure aus dem Wasser in den vom Wasserst
menen Raum. Es wird so lange Kohlensäure aus dem Wasser weggehen, bis au
innerhalb der Flüssigkeit die Vertheilung der Kohlensäure der Gesammtmenge
säure, dem Kohlensäuredruck entspricht. Dafür wird aber auch Wasserstoff in
hineindringen bis auch er dem Drucke — dem Wasserstoffdrucke — entsprech
halb und innerhalb der Flüssigkeit vertheilt ist.

Das Entweichen eines absorbirten Gases geschieht also dann, wenn die Spann
Gases, also z. B. der Kohlensäure in dem über der Flüssigkeit befindlichen Raum

'enn die Flüssigkeit, welche bei einem bestimmten Gasdruck — Kohlensäuredruck sich gesättigt hatte, mit einem Raum in Verbindung gebracht wird, in welchem das le Gas unter einem geringeren Drucke steht, als der war, unter welchem die Ab-stattfand, so wird Gas abgegeben.

:r Zelle, in dem thierischen Organismus findet der Gasverkehr meist durch Scheide-iindurch statt, durch Zellenmembranen, Wände der Kapillargefässe. Diese organi-mit Flüssigkeit getränkten Scheidewände setzen dem Gasstrom vom Gas in die Flüs-ind umgekehrt keinen merklichen Widerstand entgegen.

animalen Flüssigkeiten kommuniciren durch die genannten zarten feuchten Membra-, direkt mit den Gasen der Atmosphäre. Diese ist zusammengesetzt aus 21 Volum-en Sauerstoff und 79 Volumprocenten Stickstoff und aus Spuren von Kohlensäure.

ken wir uns die fragliche Flüssigkeit zunächst gasfrei, so werden die beiden Haupt-theile der Atmosphäre je nach ihrem Absorptionskoëfficienten und dem Druck, unter stehen, in dieselbe eindringen. Der Sauerstoffdruck verhält sich zum Stickstoffdruck : 79 (das Verhältniss, in welchem die Gase in der Luft gemischt sind). Nehmen wir orptionsvermögen der thierischen Flüssigkeit gleich der des Wassers für die beiden i, was sich von der Wahrheit kaum entfernt, so würde sich, da der Absorptions-ient des Sauerstoffs beinahe doppelt so gross ist als der des Stickstoffs, der Sauer-alt zu dem Stickstoffgehalt in der Flüssigkeit verhalten wie 34,91 : 65,09.

angegebene Verhältniss der beiden Gase findet sich in dem mit der Atmosphäre Zeit schon frei kommunicirenden Wasser der Flüsse, Seen etc., sodass demnach die thiere eine relativ an Sauerstoff reichere Luft athmen als die Luftthiere.

i der Kohlensäure der Atmosphäre könnte unter normalen Umständen in die kohlen-ei gedachte Zellenflüssigkeit nur entsprechend der minimalen in der Luft enthaltenen aufgenommen werden. Wir haben die Zellenflüssigkeit sowie das Blut als einen Herd ohlensäureproduktion erkannt; die in der Zellenflüssigkeit verbrannten kohlenstoff-n Substanzen häufen primär ihre gebildete Kohlensäure in dieser auf. So ist also unter en Verhältnissen der Kohlensäuredruck — entsprechend der Kohlensäuremenge — in e weit grösser als ausserhalb derselben. Es wird desshalb normal keine Kohlensäure r Luft in die Flüssigkeit aufgenommen werden können, sondern es wird vielmehr die äure aus dieser diffundiren, um sich mit der Kohlensäure der Luft in das Gleichge-r Spannung zu setzen. Das Gleiche ist mit dem Wasserdampfe der Fall.

fällt demnach der Gasverkehr der Flüssigkeiten des Organismus mit der Atmo-it dem Gesetz der Diffusion und Absorption in zwei Theile:

nimmt der Organismus aus der Luft auf: Sauerstoff und Stickstoff;

d scheidet dafür aus: Kohlensäure und Wasserdampf.

ch sind, wie sich uns in der Folge ergeben wird, nur die Aufnahme des Stickstoffs und gabe von Wasserdampf ganz, die Abgabe der Kohlensäure — die sich manchmal, die Atmosphäre mehr Kohlensäure als die betreffende thierische Flüssigkeit enthält, Kohlensäureaufnahme, an der der Organismus rasch zu Grunde geht, verwandeln - zum Theile reine Gasdiffusionsvorgänge. Die Aufnahme des Sauerstoffs z. B. in it geschieht nur zu einem verschwindend kleinen Antheil aus diesem Grunde, die Menge des aufgenommenen Sauerstoffs wird durch eine eigenthümliche Attraktion bestoffs der Blutkörperchen herbeigezogen.

aufgenommene Sauerstoffmenge ist danach von den Absorptionsgesetzen unabhängig weit grösser in thierischen Flüssigkeiten, welche sauerstoffanziehende Substanzen Blutkörperchen, enthalten, als er ohne diese sein würde.

die Ausscheidung der Kohlensäure erfolgt nicht allein nach den Gesetzen der Diffu-r Gase. Es betheiligen sich an diesem Vorgange ebenfalls chemische Einflüsse, die eine aktive Austreibung darstellen, die wir bei der speciellen Betrachtung der Athmung u besprechen haben.

Wechselwirkung der Kräfte im Organismus.

Wir haben das Leben der Zelle als eine Funktion sehr complicir nächst dreier wesentlich verschiedener Grössen kennen gelernt.

Die Form und Molekularstruktur der Zelle,
ihre chemische Mischung,
die physikalischen Eigenschaften ihrer Stoffe

sind die drei Faktoren, aus denen das specifische Zellenleben hervorgel

Die Wissenschaft ist noch weit davon entfernt, den mathematische für diese Funktion aufstellen zu können.

Im letzten Grunde ist das Problem des Zellenlebens, wie des Le haupt ein Problem der analytischen Mechanik.

Für jetzt sind kaum die ersten Vorarbeiten geliefert zu einer M Zelle, welche die einfachen Gesetze construiren muss für das Leben d mus in analoger Weise, wie es gelungen ist, das Leben des Kosm Mechanik des Himmels darzustellen.

Vielleicht ist die Aufgabe hier kaum schwieriger als sie dort g Die Mannigfaltigkeit der Beziehungen ist vielleicht in beiden Gebiete sentlich verschieden. Jene Mannigfaltigkeit entwirrt sich nach ein dessen Einfachheit nicht grösser gedacht werden könnte. Die Physi noch ihres Keppler und Newton, der das einfache Gesetz des Lebens unmittelbarer Berührung wirkenden Kräften der Anziehung und Abs Moleküle erkennt.

Für jetzt sind die Beziehungen, die wir in der Zelle, im Organis sehen, für unser Auffassungsvermögen noch sehr complexer Natur, gelingt es, sie vollkommen zu erfassen. In den Vorgängen der lebend men kommen dieselben Naturgesetze und Kräfte zur Geltung, wie in d anorganischen Welt. Fast überall, wo man diesen allgemein anerkannt seine Richtigkeit im Einzelvorgange prüft, findet sich aber, dass das anorganische Gesetz im lebenden Organismus unter ganz eigenthüml nahmsbedingungen in Erscheinung tritt, welche es in der wesentlic für die Lebensvorgänge umgestaltet.

Versuchen wir einige Einflüsse der Zellenform auf da leben darzustellen.

Wo an einer bestimmten, umgrenzten Stelle durch die Zellenth organische Leistung hervorgebracht werden soll, wo es gilt an einem Ort chemische Lebenswirkungen zu entfalten: Stoffe zu lösen, chemi ändern, um sie für die Zwecke des Organismus verwendbar zu ma unbrauchbar gewordene Substanzen lokal zu entfernen (wie in den D sehen wir die meist, wenigstens in späteren Lebensstadien, mit ein schlossenen Membran umgebene, rundliche Zelle in Thätigkeit.

Wo die Lebensthätigkeit der Zelle nicht direkt auf den Ort, welc nimmt, beschränkt bleiben soll; wo Wirkungen auf weit abgelegene einem Centrum aus nothwendig werden, genügt die rundliche, ab Zellenform nicht. Für die Lebensfunktionen des Nervensystemes seh Zellengestalt zu den eigenthümlichen Nervenzellen verändert, die selbst

ihre Verbindungsfäden, die Nervenfasern, von mikroskopischer Fein- akroskopischer Länge nach den verschiedenen Richtungen aussenden, edenen Organe mit sich und unter einander verbinden und dadurch lernetz herstellen, in dessen Bahnen die höchsten thierischen Funktio- apfindung und Bewegung vermittelt werden.

echanischen Kraftleistungen der Zellen beruhen auf Gestaltverände- s Inhaltes, denen die elastische Zellmembran, wenn eine solche vor- , sich anschmiegt. Viel mehr Zellen, als man früher geglaubt hatte, Vermögen der aktiven Gestaltveränderung; wir sahen, dass man dieses gemeine Eigenschaft des Protoplasma betrachten muss. Aber nur bei Zellen wird dieses Vermögen der Kontraktion zu einem Grunde für itendere Gestaltveränderung der Gewebe oder gar zur Ursache der ing des gesammten Organismus, bei denen die Gestalt eine solche ist, ihre Veränderung nach irgend einer Richtung bedeutendere Effekte len.

stalt der Muskelzellen steht mit ihrer mechanischen Lebensaufgabe in n Zusammenhang. Die langgestreckte, bandähnliche Form, die durch tion in eine annähernd kugelige verändert wird, ist sicher am besten ug- und Druckwirkungen in weiterer Ausdehnung zu entfalten. Da- s Muskelzellen sich der Länge nach reihenweise aneinander schliessen, gleichzeitige Kontraktion der an sich mikroskopischen Gebilde einen sch-sichtbaren Effekt. Bei den quergestreiften Muskelfasern wird le jener lange, fadenähnliche Körper, der Muskelprimitivcylinder, der vegungen des Gesammtkörpers vermittelt.

liessen sich noch eine Reihe solcher Formbeziehungen zu den Lebens- in den Zellen auffinden.

mannigfaltiger sind die Beziehungen der chemischen Mi- uf das Zellenleben.

scheint die chemische Zusammensetzung in allen aus der Eifurchung genen Zellen die gleiche zu sein. Erst dadurch, dass der entstehende seine gleichartigen Bausteine zu verschiedenen Zwecken benützt, n den einen mechanische Leistungen bei der Herzkontraktion verlangt, leren nur Fortpflanzung und Sekretion, die allgemeinen Zellenthätig- d ein Gegensatz in den chemischen Verhältnissen der verschiedenen zt. Je nach ihren Leistungen sehen wir andere Oxydationsprodukte in uftreten.

dukte der Zellenoxydation sehen wir (J. Ranke) nun die wichtigsten if das Zellenleben äussern. Sie wirken ähnlich wie die besprochenen en Bestandtheile der Zelle. Sie verändern die Reaktion des Zellensaftes, ihn alkalisch, sauer oder neutral und geben so Veranlassung, dass die- iischen und physikalischen Agentien nun in den verschiedenen Zellen e Wirkungen entfalten. Die wahren Gährungserscheinungen, die einen edenen Verlauf nehmen je nach der Reaktion der Flüssigkeit, in der sie die sich dadurch nicht nur in ihrer Intensität, sondern auch in ihrer ändern, können als Beispiel dienen, um sich die in den Zellen obwal- ältnisse zu veranschaulichen. Aber auch in anderen Beziehungen urch individuelle Verschiedenheiten in dem Zelleninhalte gesetzt. Die

Lebensenergie der Muskelzelle stehen in einem umgekehrten Verhältnis Menge der in ihr enthaltenen Milchsäure, die wir als ein Zersetzun derselben kennen gelernt haben. Die Kohlensäure, das allgemeinste Pr organischen Oxydation lähmt, wenn sie sich in grösserer Menge ansam Thätigkeiten der Nervenzellen und setzt die Intensität der Lebensvorgän den Muskelzellen herab. Der Harnstoff, welcher sonst für alle Zellen ein v indifferenter Stoff ist, wirkt nur auf eine ganz kleine Gruppe von Ne im Gehirn, welche die Uebertragung sensibler Reize auf die Muskeln hemmen, und zwar in der Art, dass keine solche Uebertragung mehr den kann.

Diese und ähnliche Beobachtungen geben uns den Beweis dafür, Lebenseigenschaften der Zellen direkte Funktionen ihrer chemischen Zu setzung sind. So wie sich die chemische Mischung des Zellensaftes in v licher Weise ändert, sehen wir auch die Intensität der Lebenseigensc Zelle sich ändern.

Eine äusserst wichtige Beobachtung, welche uns Fingerzeige für theilung mancher normaler und krankhafter Lebensvorgänge gibt, ist die Zellen verschiedenen Stoffen gegenüber sehr verschieden reagiren. Stoffe sind für alle Zellen wie es scheint in weiteren Grenzen indifferent Zucker und die Natronsalze, andere Stoffe äussern nur auf ganz lokal be Zellengruppen eine Wirkung, während alle anderen Zellen durch ihre heit nicht alterirt werden. Als ein Beispiel dafür kann der schon a Harnstoff mit seiner Wirkung auf das Reflexhemmungscentrum im Gehi Ihm schliesst sich die Hippursäure als gleich wirkend an. Die Gallensä mit Natron verbunden in so grosser Menge in der Leber gebildet werd dort die Zellenfunktionen zu beeinträchtigen, lösen die Blutkörperchen men den Muskel und das Nervensystem, wenn sie in grösseren Meng Blut und von diesem aus an die genannten Organe gelangen.

Bei manchen Stoffen ist die Wirkung in der einen Zelle mit einer V rung der Lebensenergie, in der anderen mit einer Erhöhung derselben v So bei der Milchsäure und allen fixen organischen und unorganischen Säur Organismus frei vorkommen. Sie setzen die Leistungsfähigkeit des Musk ermüden ihn und machen ihn durch ihre Anwesenheit endlich vollkon fähig, sich zu kontrahiren und damit Arbeit zu leisten, während sie g die Erregbarkeit des Nervensystemes zunächst erhöhen.

Der Zusammenhang der Lebenseigenschaften der Zelle mit ihrer ch Zusammensetzung geht aus diesen Beobachtungen mit aller Sicherhei freilich ist mit ihnen erst der Weg gezeigt, auf welchem die Forschung endlichen Ziele fortzuschreiten hat.

Der Zusammenhang der Lebenseigenschaften der Ze den physikalischen Eigenschaften der sie zusammense Stoffe ist in ähnlicher Weise nachzuweisen, wie es uns für die ch Eigenschaften in der gleichen Beziehung gelungen ist.

Wie innig sehen wir die Lebensvorgänge mit dem Austausch de keiten und Gase von Zelle zu Zelle und endlich in die Umgebung v Das Leben der Zelle nimmt je nach der Intensität der fortwährend in

ktrischen Ströme seine eigenthümliche Richtung an. Die thierische zu allen animalen Vorgängen eine absolut nöthige Vorbedingung. nolekularen Bau der Zelle sahen wir oben von dem entscheidendsten f alle chemischen Vorgänge des Zellenlebens. Auch der gröbere sich dafür von Einfluss, wie aus den Beobachtungen hervorgeht, dass chen chemischen Lebensthätigkeiten der Zellen meist an die Anwesen- llkerns geknüpft sind. Ebenso glückt es uns leicht, Einwirkungen des nus der Zelle auf ihre physikalischen Eigenschaften und der uf die Zellenform und vice versa zu entdecken.

sehen durch die Diffusionsvorgänge beständig die Gestalt der iseln. An Stelle diffundirbarer Stoffe, welche aus ihr heraustreten, zuerst meist ein weit bedeutenderes Quantum Wasser in sich auf; sie adurch an und verändert sich, wie man dies schon makroskopisch an Geweben sehen kann, in der Art, dass sie sich möglichst der Kugel- nähern strebt. Dass diese Gestaltveränderung auch auf die Nachbar- Einfluss ist, geht aus den Veränderungen der Zellenformen hervor, rch gegenseitigen Druck hervorgebracht werden. Diese Ausdehnung mbran muss rückwärts wieder auf den Vorgang des Flüssigkeitswech- Zellen von Einfluss sein; der von ihnen auf den Zelleninhalt ausgeübte d Flüssigkeit direkt herauspressen, filtriren.

diesem Wege haben auch die chemischen Veränderungen des ltes einen Einfluss auf die Zellengestalt. Durch die Oxydation in werden leicht diffundirbare, krystallisirbare Substanzen gebildet, die fusion ausgewaschen werden und damit primär Wasser in die Zelle her- n. Die Diffusion geht vollkommen Hand in Hand mit der chemischen g, da durch letztere dem physikalischen Vorgang die Möglichkeit seiner Bethätigung geschaffen wird. Auch die anorganischen Salze wirken Sinn; man darf aber nicht übersehen, dass diese vielfältig in der organischen, schwer oder gar nicht diffundirbaren Stoffen z. B. Eiweiss scher Verbindung sich befinden, aus der sie erst durch die Zersetzung ation frei werden und dann erst ihr Diffusionsvermögen entfalten

ziehung auf die Leistung mechanischer Arbeit sehen wir auch ische Zusammensetzung bedingend. Wir wissen schon, dass der cht mehr kontraktionsfähig st, wenn er Milchsäure oder andere Säuren sauere Salze (saueres phosphorsaueres Kali), auch neutrale Kali- gallensaueres Natron in sich angehäuft hat. In kleiner Menge reizt ihn ie Milchsäure zur Kontraktion an (J. Ranke).

Elektricitätsentwickelung steht in einer analogen Abhängigkeit hemischen Stoffen im Zelleninhalte. Der geruhte Muskel, der ver- issig wenig Zersetzungsprodukte in sich enthält, entwickelt sehr bedeu- trische Strömungserscheinungen. Durch die Anhäufung von Zucker in ie E. du Bois-Reymond zuerst gezeigt hat — kann sich der elektrische om wenigstens in seinen Wirkungen nach aussen steigern; durch die g von Milchsäure (J. Ranke, Röber), gallensauerem Natron, Kalisalzen wird der elektrische Strom sehr bedeutend geschwächt, unter Umständen so- ernichtet. Die Regelmässigkeit der elektrischen Strömungserscheinungen

im Muskel und Nerven hängt von einem ähnlich regelmässigen chem
dieser Organe ab, der vielleicht auch in dem optischen Verhalten s
druck findet.

So zeigen sich uns also in Beziehung auf Form, chemische Zusam
und physikalische Vorgänge in der Zelle und mit ihr im Gesamm
deutliche Zusammenhänge. Ueberall erkennen wir Wechselbeziehun
allen Lebenserscheinungen ein einfaches, einheitliches Gesetz vermut
Wie dieses Grundgesetz des Lebens aber lauten mag, vermögen w
nicht einmal zu ahnen.

Der Tod der Zelle.

Wir haben nur noch mit wenigen Worten den Untergang des thie
organismus: der animalen Zelle zu betrachten, nachdem wir die Vor
Lebens und der Kräfte, die auf dasselbe einwirken, kennen gelernt ha

Schon in einer der ersten Betrachtungen wurde darauf hingedeut
Allgemeinen die Mehrzahl der einzelnen Zellen oder besser Zellenform
ganismus eine bedeutende Lebensdauer bes
von sind vor allem die Epidermis- und E
ausgenommen, welche während des Lebe
sammtorganismus einem regelmässigen Abst
fallen. Die obersten Lagen der verhornt
mis werden, nachdem sie fast ganz vertr
eingeschrumpft sind, mechanisch losgestos
schuppt, während in den unteren feuchten
schichten eine Neubildung von Zellen erf
verhornen die obersten Zellenlagen wieder (Fig. 54).

Fig. 54.



Abgestossene Epidermisschichten der menschlichen Haut.

Ein ähnlicher Vorgang findet auch an den Epithellagen der S
statt, z. B. in der Mundhöhle, wo man im Mundsafte stets abgeschupp
platten findet. Der Schleim des Darmkanales, des Respirations-, G
Harnapparates zeigt dieselbe normale Erscheinung von abgestossenen
Darmkanale ist die Abstossung theilweise ebenso mechanisch bedingt,
Oberhaut, das Reiben der Darminhaltsmassen scheuert die Zellen ab.
theils beruht die Zellablösung auf der chemischen Einwirkung der V
säfte auf die obersten Zellschichten, was besonders im Magen nachge
Ueberall auf Schleimhäuten gehen die Epithelzellen jene eigenthümliche
Veränderung ein, welche schliesslich zur Mucinbildung in ihrem
dann zur Zerstörung ihrer Zellmembran führt. Auf der Mucinmetamo
Zellen beruht im Grunde alle Schleimbildung.

Ein Theil der in bestimmten Geweben gebildeten Zellen wird
stossen in die Säftecirkulation gebracht, wo die freien Zellen nach ve
Metamorphosen zu Grunde gehen, indem immer neue Zellennachschübe
Hier sind vor allem die in den Lymphdrüsen gebildeten farblosen noch
gen Lymph- oder Blutkörperchen zu nennen, die zuerst im Blute zu r
körperchen werden und dann zu Grunde gehen.

Eine solche Losstossung einer Zelle ist auch die periodische
im Ovarium, welche beim menschlichen Weibe in der grössten Mehrza

erben der Eizelle führt ebenfalls nach gewissen eigenthümlichen Um-
.

Theil der Drüsensekrete entsteht zweifelsohne durch den Zerfall der ithelzellen, während ein anderer Theil durch Ausschwitzung aus den folgt. Haben die Zellen eine Membran, z. B. Hodenzellen, so wird diese uck von innen oder Auflösung chemischer Art gesprengt und die Inhalts- ird damit frei.

h andere Zellen im Innern der Gewebe sehen wir dem allgemeinen Schick- Organisirten verfallen. Vor allem sehen wir durch massenhafte Ansamm- Fett im Protoplasma die Zellenthätigkeit gelähmt und die Zelle endlich t. Der Fettmetamorphose können alle Zellen jeder Körpergegend in schen Fällen unterliegen. Durch Fettmetamorphose zerstört werden im ischen Vorgange die Zellen der en. Bei den Muskelfasern des zeigt sich fast regelmässig eine oder stärkere körnige Trübung ltes, wodurch die Querstreifung her wird. Die in der Schwanger- orm vergrösserten und wohl ver- glatten Muskelfasern des Uterus rch dieselbe Umbildung nach der heilweise zu Grunde (Fig. 55, 56.). die Zellen des geplatzten GRAAF'- llikels bei der Bildung des gelben Corpus luteum. Auch die Anhäu- sserer Mengen von Pigmentstof- en Zellen scheint unter Umständen d herbeizuführen. Bei den weissen n wird, wie es scheint, ihr Unter- rch die Einlagerung des Hämato- s eingeleitet, bei anderen Zellen, wie z. B. den Epithelzellen der Lungen- , durch Einlagerung von Abkömmlingen dieses Farbstoffs, z. B. Melanin. h die Einlagerung von Kalksalzen, von phosphorsauerem und kohlensaue- k, führt schliesslich zum Zellenuntergange.



Fig. 55. Muskelfäden des Menschen in Fettdegeneration begriffen.

Fig. 56. Entartungsformen thierischer Zellen. *a* Zellen des GRAAF'schen Follikels mit Fett erfüllt; *b* Epithelien der Lungenbläschen mit Pigmenteinfüllung.

h dem Tode des Gesammtorganismus, nach dem Ausschneiden von Organen ntheilen sehen wir als Leichenerscheinungen bestimmte Verände- n allen Zellen vor sich gehen, welche zuerst zum Auftreten einer saueren im Protoplasma, wohl meist zunächst durch Milchsäurebildung führt. Wo ure fällbare Albuminmodifikationen (Myosin etc.) sich finden, werden diese ie spontan entstehende Säure niedergeschlagen wie im Muskel, in den len, Flimmerzellen etc. Dadurch verändern sich die physikalischen Eigen- dieser Zellen und Zellenabkömmlinge, sie verlieren ihre lebende Elasti- werden starr: Leichenstarre. Das optische Aussehen verändert sich, da lte Albuminat, das anfangs gallertig und durchsichtig ist in der Folge in einer Körnchen die Durchsichtigkeit trübt. Dabei treten Gestaltsverände- n den Zellen ein: sie suchen sich alle mehr oder weniger kräftig der talt zu nähern, wie an den gestreckten Muskelelementen, so sieht man

dieses auch an allen mit lebender Kontraktilität ausgestatteten Zellen. D verkürzt sich und wird dicker, der ausgeschnittene Wadenmuskel des wird vollkommen kugelig; die amöboide Zelle zieht ihre Fortsätze ein u die runde Gestalt an, welche die ältere Mikroskopie allein an ihnen kan Leberzellen platten sich dagegen durch wechselseitigen Druck eckig ab.

In anderen Organen im Magen z. B. treten rasch noch weitere Veränderungen ein. Durch das Auftreten der Säure in den absterbenden des Magens kommt das in den Labzellen im Drüsengrunde aufgespeiche zur Wirkung, und die Selbstverdauung, welche im normalen Leben sauere äusserste Oberfläche des Magens ergreifen konnte, schreitet n Tiefe fort und zerstört die Magenwände, Leber, Eingeweide wenigstens welche vorhin durch alkalische Reaktion ihrer Gewebsflüssigkeiten vor dauung geschützt waren.

Auf die Leichenstarre folgt mehr oder weniger rasch die Fäulniss animalen Gebilde. Sie charakterisirt sich durch Auftreten ammoniakalis setzungsprodukte in der todten Zelle. Dadurch wird die Säure derselb neutralisirt, dann übercompensirt, die gefällten Eiweisskörper lösen si auf, die Leichenstarre löst sich.

Die erste Fäulnissveränderung der kontraktilen Substanz der Muskelfa näheres Aneinanderrücken der Querstreifen, wodurch die Querstreifung undeu (FALK). Zuerst ist die Faser wie körnig bestäubt, schliesslich findet ein wahr Zerfall statt. Die Körnchen zeigen Fettglanz, doch bestehen sie nur theilweise a weiteren Verlaufe scheint aber eine vollkommene postmortale Fettdegeneration; wachsbildung einzutreten, welche an Stelle des Muskel Ammoniakseifen erk Die Querstreifung geht in eine Längsstreifung über. Die Muskelkerne schrumpfe das Kernkörperchen und verschwinden endlich ganz. Auch das Sarkolemma lö sonst so resistent gegen chemische Einwirkungen ist. Nach den Erfahrungen lichen Medicin scheint das Gewebe der glatten Muskelfasern (Uterus) viel re sein als das der quergestreiften.

Die Blutkörperchen werden immer kleiner und kleiner, sie verlieren die Nei ander zu haften, werden dann zu dunklen Körnchen, die sich schliesslich ent weissen Körperchen sind, was man besonders an leukämischem Blute sehr de kann (J. RANKE), resistenter als die rothen. Wenn letztere ganz gelöst sind, kö noch unversehrt sein. Endlich schwindet der Kern und auch sie verflüssige Leberzellen verändern sich später als die rothen Blutzellen und die Musk schwinden die Kerne, die Zellen werden trüb mit Körnchen dicht erfüllt; sie we rundlich oder oval und lösen sich in Körnchenmassen auf, in die man sie scho verwandelt findet, ehe die Lebergestalt im Grossen und Ganzen zerstört ist.

Schlussbetrachtung.

Nachdem wir im Allgemeinen die Gesetze kennen gelernt haben, Einwirkung die Lebensvorgänge im einfachsten animalen Organism Thierzelle sich regeln, werden wir nun, gestützt auf diese Erkenntnis Betrachtung des complicirten animalen Organismus des Menschen ein lich veränderten Gang einschlagen können.

Wenn wir den Menschen (abgesehen von der Zeugung) nach sei nischen Bewegungsvorgängen betrachten, so können wir ihn auffass

aschine, eine Maschine, die durch ihre mechanischen Einrichtungen die ifte in Arbeit umsetzt, welche ihr von aussen zugeführt werden durch ungsmittel, aus denen sie ihre einzelnen Maschinentheile und die Flüs- bildet, die zur Erhaltung und Kraftproduktion der letzteren nothwen-

h dieser Beobachtungsweise werden wir bei der Beschreibung des Baues Verrichtungen des menschlichen Organismus zweckmässig denselben Weg gen können, nach dem man in der Mechanik eine Maschine und ihre Wir- eise beschreibt. Am meisten Aehnlichkeit hat die Maschine des mensch- n allgemeinen des (höheren) animalen Körpers mit den kalorischen Maschi- erer Technik, bei denen auch chemische Spannkräfte durch Verbrennung von nd kohlereichen Stoffen geliefert, in mechanische Arbeit umgesetzt werden. der Beschreibung einer derartigen Kraftmaschine und ihrer Leistungen wir zuerst die passiv bewegten Theile von den aktiv bewegen- terscheiden, und haben dann noch weiter zu fragen, in welcher Weise den die Kräfte zugeführt werden, welche sie in äussere Arbeit umsetzen. mechanischen Einrichtungen des menschlichen Knochengerüstes ent- den bei einer Maschine passiv bewegten Hebeln, Rädern und anderwei- bertragungsvorrichtungen, von deren Verbindungsart und Bau die spe- istungsfähigkeit der Maschine bedingt ist. Die Fähigkeit zu den einzelnen ngen und Arbeiten, die wir den menschlichen Gesammtorganismus ver- sehen, beruht auf den mechanischen Bedingungen seines Skelettes.

i den Dampfmaschinen ist die Kraft, welche das complicirte Getriebe ihrer en Arbeitsvorrichtungen in Gang setzt, eine linear wirkende Druck- und ft. Die lineare Auf- und Abwärtsbewegung des Stempels setzt sich in die edenartigsten Bewegungen um. Auch durch die Hebelmechanismen des lichen Körpers werden einfach linearwirkende Zugkräfte, die lineare Ver- g und Wiederverlängerung der Muskeln, in die mannigfachen Bewegungen andelt, die er auszuüben vermag.

urch Röhren wird der gespannte Wasserdampf dem Kolben zugeleitet und derselbe in Bewegung versetzt. Bei Verschluss der Leitungsröhre hört benbewegung und damit die gesammte Maschinenbewegung auf, der Be- gsantrieb und die zur Bewegung verwendbare Kraft mangeln.

i dem menschlichen Organismus sehen wir durch den Nerven den Be- gsantrieb in ganz analoger Weise dem eigentlichen Arbeitsorgan, dem zugeführt. Die Zuführung des Kraftmaterials erfolgt auf einer zweiten urch die Ernährungsgefässe. Hier treffen wir auf den ersten principiellen hied zwischen den kalorischen Maschinen unserer Technik und dem ani- Organismus, der durch Zersetzung seiner Arbeitsapparate selbst sich Ar- ft zu liefern vermag.

i der weiteren Betrachtung des menschlichen Organismus als Bewegungs- eitsmaschine stossen wir nun zunächst auf die Frage, wodurch den Nerven er Bewegungsantrieb ertheilt wird, durch den sie die Muskeln in Aktion Wir werden dadurch auf die Betrachtung der animalen Einrichtungen ge- lurch welche die Reize der Aussenwelt in Nerven-, Muskel- und Skelett- ngen umgesetzt werden: die äusseren und inneren Sinnesapparate und orrichtungen. Wir kommen dann zu der schliesslichen Hauptfrage, ob auch

durch innere centrale Vorgänge selbst (Wille) diese Bewegungen ausgefü
den können, die wir in der Mehrzahl der Fälle aus äusseren Gründen
sehen; wir werden auf diese Weise zu den letzten Problemen der Gehir
logie geführt.

Um den Modus und die Bedingungen für die Bewegung und Arbeit
unserer animalen Maschine zu studiren, haben wir uns noch näher z
woher und wie die Kräfte geliefert werden, die wir von der Maschine nac
verwendet sehen, und in welcher Weise sie in Stand erhalten wird.

Bei der kalorischen Maschine kommt hier das Heizmaterial und die
richtung zunächst in Betracht, durch welche letztere die bessere oder sc
Ausnützung der durch die Verbrennung erzeugten lebendigen Kräfte bedi
Die Abnützung der Maschine durch die Arbeit erfordert Reparaturen,
setzung ausgebrochener Stücke etc.

In dem menschlichen Organismus dienen diesen verschiedenen Zwe
Ernährungs- und Stoffwechselvorgänge. Eine grosse Anzahl der wichtig
gane des menschlichen Körpers sind mit der Aufgabe der Stoffaufnahme
abgabe und Stoffumwandlung beschäftigt. Die im letzten Grunde von de
zenreiche gelieferten Nährsubstanzen werden zunächst in die Säftem
Körpers durch die Thätigkeit der Verdauungsorgane übergeführt, die ei
bedeutenden Theil des Gesammtkörpers ausmachen. Die Säftemasse d
Erneuerung und dem Wachsthum aller Körperorgane, sie führt ihnen B
Kraftmaterial zu und dafür die Stoffe ab, die im Haushalte des Organes au
haben, um sie theils anderen Organen zur weiteren Benutzung oder z
scheidung zu übergeben.

In der Betrachtung der Gesammtleistungen des menschlichen Organi
Kraftmaschine können, wie wir sehen, diese organ- und kraftproduciren
gänge mit ziemlich gleichem Rechte an den Anfang oder an das Ende der
lung verwiesen werden.

Wir nehmen sie im Folgenden zum Ausgangspunkt unserer Darstellu
zwar darum, weil sie unter den physiologischen Vorgängen im animalen O
mus sich noch zunächst an die Hauptvorgänge in den Pflanzen anschliesse
kommen so, indem wir nach der alten Ausdrucksweise von den vegetativ
gängen zu den animalen und hier von den niedereren zu den höheren un
sten fortschreiten, zu einer gegliederten Darstellung, die in gewissem
der Gesammtentwickelung der organisirten Natur entspr

Die sogenannten vegetativen Vorgänge der Stoffaufnahme, Stoffabgab
zersetzung und Stoffaustausch bezeichnen wir als:

Stoffwechsel.

Der Stoffwechsel liefert dem animalen Organismus die Möglichkeit der:

Arbeitsleistung,

unter welchem Ausdrucke wir die gemeiniglich als »animale« bezeichneten
vorgänge zusammenfassen können.

In diese beiden Hauptabschnitte gliedert sich zunächst unsere
Aufgabe.

Wir können den Stoffwechsel auch als **Physiologie der Spannkr**
animale Arbeitsleistung als **Physiologie der lebendigen Kräfte** bezeichn

---

Specielle Physiologie.

I.

e Physiologie des Stoffwechsels.

I. Die Ernährung.

Viertes Capitel.

Die Nahrungsmittel.

Begriff des Nahrungsmittels.

nnen die Stoffe, aus denen die Nahrung der animalen Zelle zu bestehen die allgemeinen Grundgesetze der Ernährung thierischer Organismen kannt; wir haben noch die Einzelverhältnisse kennen zu lernen, in bei dem Menschen zur Geltung kommen.

ien einfachen Nahrungsstoffen: Eiweiss, Fette, Kohlehydrate, ›chsalz, phosphorsaueres Kali etc., werden nur sehr wenige einzeln für en (Zucker z. B.); meist werden viele mit einander gemischt, nach-:h einer mehr oder weniger eingreifenden Zubereitung unterlagen, als Nahrungsmittel aufgenommen; durch die Zubereitung werden die ittel zu: Speisen.

itur selbst lehrt uns, die Nahrungsstoffe zu mischen. Fast alle Substan-: uns zur Ernährung darbietet, Wasser, Milch, Getreidesamen, Fleisch nd nicht einfache Nahrungsstoffe, sondern Gemische von solchen, die nährungszwecke gleichzeitig erfüllen.

ier eierlegender Thiere können als Beispiele vollkommener Nahrungs-ıen. Sie enthalten nach unserer S. 83 gegebenen Darstellung alle der animale Organismus zum Aufbau seiner Organe bedarf.

Das Wasser.

Wasser ist im thierischen und menschlichen Leibe die Rolle eines chemischer und physikalischer Vorgänge zugetheilt. Der Körper des ınd der höheren Säugethiere besteht zu 58,5% aus Wasser, das an sirten Bau sich wesentlich betheiligt.

schon das reine Wasser an sich ein wichtiger Ernährungsstoff. Noch gewinnt es an Bedeutung dadurch, dass es vom Menschen nicht in Reinheit genossen wird, sondern beladen mit einer Menge anderer für ılt des Organismus wichtiger Stoffe.

'asser besitzt die Fähigkeit, beinahe alle Stoffe aufzulösen. So kommt s Quell- und Flusswasser, welche vorzüglich zum Trinken dienen, mit und gasförmigen Stoffen, je nach ihrer Löslichkeit mehr oder weniger

beladen sind, welche ihm unterwegs in der Luft oder Erdschicht begegn
durchsetzt. Manche Quellwasser enthalten eine sehr grosse Menge derar
mischungen und erhalten dadurch den Charakter der Mineralquelle
auch im gewöhnlichen Trinkwasser sind jene in bedeutender Quantität
und man darf sich so wenig verleiden lassen, sie etwa als Verunreinigu
selben aufzufassen, dass ihre Abwesenheit sogar das Wasser zum Ge
tauglich macht. Es fehlen die Mineralbestandtheile im Regenwasser
destillirten Wasser, beide können erst durch Zusatz von Salzen — K
zum Gebrauche als Trinkwasser tauglich gemacht werden, wie es in wa
Gegenden, z. B. auf der schwäbischen Alp, wo nur Regenwasser zu Geb
der natürliche Instinkt den Bewohnern seit den ältesten Zeiten g
(J. Ranke).

Das Wasser enthält je nach dem Zustande der Witterung eine w
Menge von Luftbestandtheilen, welche sich bekanntlich beim Kochen,
so bei dem Gefrieren als Luftblasen ausscheiden. Auf der Gegenwart d
Wasser beruht seine Fähigkeit, thierischen Organismen — Fischen etc.
zur Erhaltung ihres Lebens Sauerstoff bedürfen, als Aufenthaltsort
können; im Wasser der Quellen fehlt der Sauerstoff meist fast gänzli
es rührt, dass sich in den frischesten Quellen keine Fische und Thi
können, sie müssen aus Luftmangel ersticken. Ein Forellenbach hat
Ursprung keine Fische, erst wenn sein Wasser längere Zeit mit der L
rührung war, ist es für thierische Organismen athembar.

Die Luftmenge beträgt etwa $^1/_{30}$—$^1/_{20}$ des Volumens des Fluss-W
dass in 1 Kubikfuss Wasser $33^1/_3$, 40 bis 50 Kubikzoll Luft enthalten
uns bekannte Wirkung der Gesetze der Gasdiffusion bewirkt es, dass d
Wasser weit sauerstoffreicher ist als die atmosphärische.

In 100 Kubikfuss Wasser sind im Durchschnitt

	dem Volum nach:	dem Gewicht nach
Sauerstoff	1280 K. Z.	28,66 Gr
Stickstoff	2560 bis 2640 „	50,71 bis 52,30
Kohlensäure	80 bis 160 „	2,47 bis 2,95

Wie aus dem über das Quellwasser Gesagten erhellt, ist der Sau
Wasser nicht nöthig, um ihm Wohlgeschmack zu verleihen. Letzterer
gegen mit der steigenden Menge an Kohlensäure zu, an der das Quellw
stets ziemlich reich zeigt.

Die Verhältnisse dieser Luftbestandtheile des Wassers sind in de
ausgesetzten Wasser ebenso gleichbedeutend wie die Zusammensetzung
sphäre. Desto verschiedener sind die mineralischen beigemischten Stoff
je nach den verschiedenen, im Boden, den das Wasser durchsetzte, a
Mineraltheilen richten.

Nach den Untersuchungen von Bouchardat und Colin insbesond
die Wasser der Flüsse und Seen Frankreichs und der Schweiz sehr ve
Mengen an Mineralbestandtheilen. Es stellt sich heraus, dass sie der
nach kohlensauere und schwefelsauere Salze und Chlorverbindungen
von Erden, besonders Kalk enthalten, die Salze der Alkalien treten da
rück. Die kohlensaueren Erden sind nur durch Vermittelung der frei
säure als doppeltkohlensauere Salze gelöst.

Kalk ist in so grosser Menge im Trinkwasser kalkreicher Gegenden ent-
lass nach den Untersuchungen von BOUSSINGAULT seine Menge hinreicht,
wachsenden Thieren die ihnen zur Bildung ihrer Knochen nothwendige
zu liefern. Er berechnete, dass auf seinem Landgute ein Ferkel in drei
$^1/_2$ Pfund Kalk im Trinkwasser erhalten habe, und dass sein Gutsbrunnen
dem Vieh 2000 Pfund Kalk, Bittererde und Kochsalz zuführe.
sehen, dass schon das Trinkwasser meist allein hinreichte, wenn auch
igen Nahrungsmittel keine anorganischen Nahrungsstoffe mehr führen
den menschlichen Organismus mit diesen nothwendigen Substanzen zu
.

PROCTER fordert von einem guten Trinkwasser folgende Eigenschaften: es muss klar,
geruch- und geschmacklos sowie frisch und kühl sein; es darf von organischen Sub-
nicht mehr als 1 Grain, von kohlensauerem Kalk nicht mehr als 16 Gr., von schwe-
rem Kalk nicht mehr als 3 Gr., von Chlornatrium nicht mehr als 10 Gr. und von koh-
rem Natron nicht mehr als 20 Gr. in der Gallone enthalten.

...inische Bemerkungen. Diesen bisher genannten Stoffen gegenüber stehen andere, die
enfalls in ziemlicher Häufigkeit, manchmal in bedeutender Menge in dem Trink-
vorfinden. Es sind dieses organische Stoffe und die salpetersaueren Salze. Sie sind
unreinigungen des Wassers zu betrachten. Die salpetersaueren Salze des Wassers
tersaueres Ammoniak — sind nur zum kleinsten Theile in der Atmosphäre gebildet,
namentlich bei Gewittern entstehen. Zum grössten Theile stammen sie wie die orga-
Beimischungen daher, dass Flüssigkeit aus Kloaken, Gossen, Bierbrauereien etc. in
nnen hereinsickert oder in die Flüsse geleitet wird und so das Trinkwasser verpestet,
sache zu den mannigfachsten Erkrankungen wird, die Gesundheitsverhältnisse ganzer
oder einzelner Lokalitäten vorübergehend oder für immer verschlechtert. Das Trink-
ist ein Verbreitungsmittel für faulende, krankheiterzeugende Stoffe. Es wird durch
Verhältnisse — Nähe der Kloaken am Brunnen z. B. — verständlich, wie einzelne
für sich z. B. Typhusherde sein können, während daneben stehende von anderem
asser versorgte Wohnungen vollkommen gesund sind. Das Wasser solcher verun-
Brunnen beherbergt eine ganze Flora und Fauna von Wesen, die besonders auf und
den Steinen sitzen, welche den Brunnengrund bilden. Sie haben durch RADLKOFER eine
...liche Untersuchung gefunden.

...den organischen Formtheilen des Schlammes erscheint der eine Theil als völlig
...rtige, nur zufällig von aussen herbeigeführte Beimengung; ein zweiter Theil als aus
...mittelbaren Umgebung des Brunnens (seiner Bedeckung und Umfassung) stammend;
...ter Theil endlich als wesentliche organische Beimengungen von im Wasser des
...ens selbst lebenden Organismen gebildet.

...onders die Zahl der zufälligen Beimengungen wird sich durch weitere Untersuchungen
...rmehren lassen. Sie sind unter Umständen die wichtigsten, wie der unten unten
...hrte Fall mit der Cholerainfektion zeigt.

...LKOFER zählt als zufällige Beimengungen aus dem Thierreiche stammend auf:
...re von Mäusen und Ratten, gefärbte Wollfasern, Theile von Vogelfedern.

...lreicher waren die aus dem Pflanzenreiche:
...rhautfetzen von verschiedenen Pflanzen und Pflanzentheilen, bald mit, bald ohne
...nungen; Pflanzenhaare; Zellen aus der Kartoffelschale; Gefässbündelnetze von Blät-
...gestorbene, isolirte oder zusammenhängende Zellen aus dem Innern von Rinden und
...; Rindenzellen aus Bäumen; Strohstückchen; von Lindenholz Fasern und Stückchen.
...der unmittelbaren Umgebung des Wassers stammten an Thierüberresten:
...hen kleiner Würmchen und im Wasser lebender Insektenlarven, Leichen von Milben,
...von der Hautbedeckung eines niederen Thieres.

An Pflanzen

Fasern und Bruchstücke von der Holzbedeckung des Brunnens, darin od gegliederte Pilzfäden (Hyphomyceten) mit den Pilzsporen: einzellige, spitzw grosser Anzahl neben einander liegend; zwei-, vierzellige, stumpf keulen förmige; zwei-, fünfzellige, spindel- oder mondsichelförmige von einem Fu Selenosporium. Aus dem modernden Holzwerk war ein kleiner Pyrenomycet.

Als wesentliche Gemengtheile, deren Dasein von dem Wasser des Brunnens gig erscheint, bezeichnet er als thierische (nach Bestimmungen von Siebol

Verschiedene lebende, geisel- und cilientragende Infusorien, den einfac angehörend (Monadinen); Gehäuse von abgestorbenen Panzerinfusorien (Cryp encystirte Protozoën (Amoeba): lebende, in Bewegung begriffene Amöben; ei stacee (Cyclops quadricornis).

Als pflanzliche:

Pilzfäden, zartere farblose und derbere gelbliche, mit mehr verholzter Wan sporium; Pilzalgen (Hygrocrocis); Diatomeen und Reste davon (Navicula Zellen von Pediastrum ähnlichen Algen; Zellen von Bacterium und anderen V lich zahlreiche graulich-gelbliche Flocken einer chlorophyllosen Alge (Palm Radlkofer), die sich in allem Quellen- und Brunnenschlamm findet.

Es ist klar, dass der Gehalt der Salpetersäure im Wasser nicht ohne I Menge der im Wasser gelösten Stoffe sein kann. So kommt es, dass die am reinigten Brunnen auch bei weitem die grösste Menge anorganischer Stoffe ge

Nach den Untersuchungen aus dem Laboratorium v. Pettenkofer's, welc angestellt wurden, kann sich in einem Brunnen, sogar zur Zeit, wenn er di fester Bestandtheile zeigt, trotzdem keine Reaktion auf salpetersauere oder Salze zeigen. Da schon das Regenwasser diese Salze enthält, so muss angeno dass dann in Folge sehr lebhafter organischer Vorgänge durch die Wasseror Zerstörung der sonst in keinem Brunnenwasser fehlenden salpetersaueren Salz hat. Wagner fand an Stelle der salpetersaueren Salze nicht unbeträchtliche M moniak. Die Schwankungen im festen Rückstand der Brunnenwasser zu Zeiten sind sehr bedeutende, wie Schmidt für Dorpat fand und Wagner für Mü für andere Orte bestätigten.

100 CC Wasser eines Brunnens ergaben an festem Rückstand (Wagner):

1. April	56 Mgrm.
20. April	68 ,,
24. Mai	107 ,,
8. Juni	100 ,,
15. Juni	97 ,,
30. Juni	93 ,,
14. Juli	85 ,,
28. Juli	88 ,,
5. August	83 ,,
9. September	70 ,,
24. September	65 ,,
8. Oktober	60 ,,
22. Oktober	58 ,,

Wagner fand, dass bei nasser Witterung der Gehalt des Brunnenwassers stand zu-, bei trockenem Wasser abnimmt. Es hat das darin seinen Gr Brunnen durch das zuströmende Regenwasser mehr Auslaugungsprodukte Excrementen etc. zugeführt werden.

Es zeigte sich, dass bei einer allgemeinen Zunahme der festen Bestandth der Gehalt an Alkalien in einem ungemein rasch wachsenden Verhältniss ste

egenden der Kalkformation stammt der Kaligehalt des Wassers zum Theil aus den hen und pflanzlichen Zersetzungsprodukten, deren Reste in das Wasser gelangen. ne an Kali ist dann ein Zeichen von zunehmender Beimischung derartiger Zersetzungs-te. Die Vergleichung der Beobachtungen FEUCHTINGER's mit denen WAGNER's, welche 10 Jahre aus einander liegen, zeigen, das in diesem Zeitraum in München von 0 bis r beträchtlichen Höhe der Kaligehalt des Trinkwassers gestiegen ist.

ist einleuchtend, wie wichtig die Kenntniss dieser Verhältnisse für den Arzt ist, der schon dadurch, dass er schädliches Trinkwasser verbietet und für gesundes sorgt, ihe von Krankheiten verhüten kann.

n ist geneigt, weil es für kleinere Ortschaften verhältnissmässig leicht ist, reines asser zu verschaffen, dieser Bedingung der Gesundheit dort weniger Aufmerksamkeit rossen Städten zu schenken, doch liegt es auf der Hand, dass überall lokale Schäd-en der schlimmsten Art gegeben sein können, die um so ungestörter und nachhaltiger ken, wenn sie nicht beachtet werden. Es ist eine der grössten Aufgaben der Ortsver-g, für reines, gesundes Trinkwasser zu sorgen. Der Arzt als Gesundheitsrath muss ie Grundprincipien der Frage im Klaren sein.

leuchtet ein, dass vor allem darauf gesehen werden muss, dass die Anlage der Kloaken bflusskanäle nicht so erfolgt, dass sie ihren Inhalt durch den Boden in benachbarte en ergiessen können. Gehörige Entfernung beider ist das beste Mittel der Verhütung, falle müssen die Wände der ersteren cementirt werden, was jedoch nicht absolut t. Die Versorgung der Städte mit Wasserleitungen von gesundem Quellwasser et diese gefürchtete Verunreinigung. Bleiröhrenleitungen ertheilen dem Trinkwasser eringen Bleigehalt, wenn das Wasser nicht schwefelsaueren Kalk führt, der das Blei als liches schwefelsaueres Blei niederschlägt. Nach v. PETTENKOFER greifen alle »harten« er, welche Kohlensäure und kohlensauren Kalk gelöst enthalten, das Blei weniger an. at niemals von der Anwendung des Bleis zu Wasserleitungen nachtheilige Folgen ge-, wenn das Wasser nicht mit der Luft in Berührung in den Röhren oder Reservoirs (cf. eobachtungen von WORMS und LAVERAU auf der folgenden Seite) stagnirte.

serne Röhren werden um so mehr angegriffen, je mehr das Wasser Sauerstoff und nsäure enthält, darum rosten sie in Quellwasser, das wenig Sauerstoff führt, weniger Fluss- und Regenwasser. Bildet sich mit der Zeit eine Kruste von Eisenoxydhydrat, hwert diese den Zutritt des Sauerstoffs zum Metall, daher führt das Wasser aus fri-ernen Röhren mehr Eisen als aus alten. Ein geringer Eisengehalt des Wassers ist Gesundheit mehr zuträglich als schädlich.

Zink, das oft zu den Sammelbassins von Wasserleitungen angewandt wird, ertheilt dem ser, das längere Zeit mit ihm in Berührung steht, einen Zinkgehalt, der um so beträcht-er wird, je reicher das Wasser an Chlorverbindungen ist. ZIUREK fand in Wasser, das ere Zeit in einem Zinkreservoir gestanden hatte, einen Gehalt von 1,0104 Gramm Zink Liter. Er räth die Zinkbassins mit Ockerfarbe oder Asphaltlack anzustreichen.

Wir müssen stets mit gegebenen Grössen rechnen, so auch hier. Ist das Trinkwasser lecht und ungesund, und ist es nicht möglich die hieraus hervorgehenden Schädlichkeiten ch Herbeischaffung gesunden Trinkwassers zu vermeiden, so müssen Anstalten getroffen den, das vorhandene Wasser von seinen Verunreinigungen zu befreien.

Das Kochen des Wassers zerstört die schädlichen organischen Beimengungen, treibt r auch alle Luft aus und macht dadurch das Wasser unschmackhaft. Im Nothfall kann es tzdem Anwendung finden, wenn man es einige Zeit mit Luft geschüttelt hat.

In Paris dient das Seinewasser fast ausschliesslich als Trinkwasser. Es muss, wie das erer als Trinkwasser benützter Flüsse, vor dem Gebrauche von den erdigen Bestand-len, die es enthält, gereinigt werden. Diese erdigen Bestandtheile, welche das Fluss-ser führt, sind von den Mineralbestandtheilen, die wir vorhin betrachtet haben, wesentlich unterscheiden. Erstere bestehen der Hauptmasse nach aus Thon und sind, ohne gelöst sein, im Wasser suspendirt, besonders nach starkem Regen- und Thauwetter, und setzen

sich äusserst langsam ab. Abgesehen von diesen erdigen Beimischungen ist das gewöhnlich weit ärmer an festen Mineralbestandtheilen als das Quellwasser, d zum Theil durch Regenwasser gespeist werden, welches bei seinem raschen Zeit hatte, eine grössere Menge jener Stoffe zu lösen. Die Loire bei Orleans GUIDAUT nur 6,8 Gewichtstheile feste Stoffe auf 100000 Gewichtstheile Wasser wasser bei Dresden nach PETZHOLDT 30, während das Wasser des Kreuzbrunn den z. B. 400 feste Theile enthält.

Die Reinheit des Quellwassers an aufgeschlemmten, erdigen Beimengungen, Reichthum an gelösten Mineralbestandtheilen, welche es zu seinem Vortheil vo wasser unterscheidet, sind beide Folge des Filtrationsprocesses, welchen es bei samen Durchsickern durch den porösen Boden durchzumachen hat. Hier werd organische Beimischungen wenigstens zum Theil entzogen, indem sie jenen ob Organismen als Nahrungsstoffe dienen.

Man ahmt bei dem Wasserreinigungsprocess diesen natürlichen Filtr nach. In Venedig hat man filtrirende Cysternen, bei welchen das Regenwass wasserdichten, mit einer Thonlage belegten Gruben gesammelt wird, welc gefüllt sind. In der Mitte geht durch den Sand ein Schacht nieder, welcher trock und mit Oeffnungen im Mauerwerke versehen ist. Das aussen auf den Sand gel sickert durch diesen in den Schacht, aus dem es durch Schöpfeimer gereinigt u ten Mineralbestandtheilen geschwängert gehoben werden kann.

Die Reinigung des Flusswassers im Grossen geschieht auf ähnliche oben angegeben. Es wird in Filterbeete geleitet, welche ohne Mörtel gemau enthalten, auf einem Lehmgrund aufstehend. Etwa 6′ hoch ist diese grosse »L zu unterst mit Geröll, dann mit grobem, dann feinem Sand gefüllt. Diese Sch das Wasser durchsetzen, um in die Schachte zu gelangen. In den Familien Filter gebräuchlich, welche aus einem Kasten bestehen mit doppeltem Boden auf den das zu filtrirende Wasser aufgegossen wird, besteht aus einem porösen filtrant genannt), der das Wasser klar durchsickern lässt, welches unten aus durch einen Hahn abgelassen werden kann.

Um das Wasser nicht nur von seinen mechanisch beigemischten, sonde seinen organischen Verunreinigungen zu befreien, dient am zweckmässigsten e durch Holzkohle, welche die Eigenschaft hat, riechende, faulende, faulig organische Substanzen mit grosser Kraft den Flüssigkeiten zu entziehen und dur zu verändern.

Bei dem Filtriren des Flusswassers im Grossen ist manchmal der Reinigung sehr unvollkommen. In London liess es sich nachweisen, dass durch solches Choleraexkremente in die Häuser eingeschleppt wurden, welche die Krankheit breiteten. Der Stadttheil Londons, den die East London Company mit Wass wurde 1866 vorzugsweise von der Cholera betroffen, und es wurde amtlich co diese Gesellschaft in ihre Wasserwerke das Wasser des Leaflusses und eines Reservoirs, ohne es vorher zu filtriren, eingelassen haben. Der Be schreibt das heftige Auftreten der Krankheit der Vermischung von Choleradej dem Flusswasser zu. Französische Aerzte (LAVERAU und WORMS) sahen a tig verunreinigtem Wasser (aus lange ungereinigten Bleireservoirs) im So typhusähnliche Epidemien entstehen. Es ist dieses ein Beweis dafür, wie w überall wie das alte Rom es that, Quellwasser den Städten zuzuleiten. Fü bedarf man etwa — allen Wasserverbrauch im Hause mitge 25 Mass in 24 Stunden (VON PETTENKOFER).

Man pflegt den Wasserfiltern in ihrem Inhalt, der im Kleinen wie im Schichten von gewaschenem Sand und grösseren Kieseln bestehen kann, auch grosse Stücke von Kohle beizumischen, welche das filtrirende Wasser zugleich Will man nur den letzteren Zweck erreichen, so benutzt man Filter, welche da

ne Kohlenschicht laufen lassen, wie sie schon jetzt von London her bei uns ein-
in ziemlich häufigem Gebrauche sind.

Pariser Wäscherinnen benützen eine den Chinesen entlehnte Methode der Wasser-
, die darin besteht, dass sie eine geringe Menge von Alaun dem Flusswasser zu-
Der Schlamm, den das Wasser mit sich führt, sammelt sich nach Zusatz von 0,0004%
niger Alaun in langen Streifen und schlägt sich nieder. Es wäre denkbar, dass diese
ngsmethode auch für die Zwecke der Trinkwasserherstellung verwendet werden
obwohl der Alaun als ein dem Wasser fremder Bestandtheil, als eine Verunreinigung
n zu betrachten ist; an sich ist er für die Gesundheit ganz unschädlich. Es lohnte
lleicht der Versuch bei schlammigem Trinkwasser, wie es sich besonders im Früh-
wie überhaupt nach längerem Regenwetter auch in sonst guten Brunnen findet.

nur die Verhältnisse des Wassers, welches wir trinken, sondern auch das im
, auf dem wir wohnen und leben, enthaltene Wasser hat Einfluss auf
Gesundheit.

sumpfigem Boden treten verschiedene Kankheiten besonders stark auf: z. B. Wech-
r, Malaria.

Wasserstand im Boden, den man an dem Wasserstand in Brunnenschachten messen
Grundwasser (v. PETTENKOFER), ist nicht nur an verschiedenen Orten, sondern
demselben Orte zu verschiedenen Zeiten sehr bedeutenden Schwankungen unter-
Mit diesen Schwankungen steigt und fällt nach PETTENKOFER die Disposition der
er solchen Bodens für gewisse Krankheiten, die man als »Bodenkrankheiten« bezeich-
n. Vor allem sind es der Typhus, die Cholera und das Wechselfieber, nach
auch Ruhr, die in einem solchen Wechselverhältniss mit den Schwankungen des
wassers stehen. Für erstere Krankheit behauptet BUHL, dass bei epidemischem Auf-
derselben das Maximum der Sterblichkeit, also die Höhe der Krankheit mit dem tief-
ande des Grundwassers zusammenfällt. Das Wechselfieber zeigt sich bei dem höchsten
wasserstand, wenn wir also auf einem uns und unseren Wohnhäusern auf wenige
nahegerückten unterirdischen See wohnen.

Beziehung auf die Cholera sagen vornehmlich auf PETTENKOFER's Untersuchungen
zt GRIESINGER, PETTENKOFER und WUNDERLICH:

f die örtliche und zeitliche Disposition haben nach dem gegenwärtigen Stande der
g die Durchgängigkeit des Bodens für Wasser und Luft, dessen wechselnder Wasser-
die Imprägnirung mit organischen, stickstoffhaltigen verwesenden Stoffen den
Einfluss.

für Wasser und Luft nicht oder nur sehr wenig durchgängiger Boden (z. B. kompakter
) zeigt sich für eine epidemische Entwickelung nicht oder nur sehr wenig empfänglich.
öser Boden oder auch Felsboden, der sehr zerklüftet ist, und dessen zahlreiche Klüfte
einer grösseren Tiefe hinab mit geschlämmter, imprägnirter Erde ausgefüllt wird,
ren einen solchen Schutz nicht.

enn eine abnorme Durchfeuchtung der porösen, imprägnirten Bodenschichten voraus-
gen ist, und die Luft daraus eine längere Zeit hindurch und bis zu einer beträcht-
en Höhe als gewöhnlich, durch Grundwasser verdrängt war, so begünstigt ein rasches
desselben die epidemische Entwickelung der Cholera an solchen Orten.

imprägnirter eine Schicht mit organischen, verwesenden Substanzen ist, desto gefahr-
nder wird das Zurückgehen des Grundwassers, falls der Keim der Cholera zu dieser
ngeschleppt wird.

s Zurückgehen des Grundwassers, das Austrocknen andauernd und stark durchfeuchte-
denschichten scheint das wichtigste Moment für die Zeit des Auftretens der Cholera-
nien zu sein.

Flussthälern, in Mulden, dicht am Fusse von Abhängen (an Steilrändern) wirken diese
ktoren häufig im ungünstigen Sinne zusammen, diese Terrainform begünstigt nament-
Bildung, Ansammlung, Stauung und Schwankung von Grundwasser.

Oertlichkeiten auf der Schneide zwischen zwei Mulden, Gegenden zwis[...] serscheiden zeigen durchschnittlich eine viel geringere Empfänglichkeit.

Es wird für den Arzt leicht sein, den hohen Nutzen, welchen die Be[...] diesen Thatsachen für die Gesundheitspflege, Verhütung von Erkrankun[...] Platzes für Krankenhäuser und Wohnhäuser etc. ihm gewähren, im spec[...] wirklich daraus zu ziehen.

Chemische Methoden. — Für den Arzt kann es sehr wünschenswerth sein, [...] und quantitativen Nachweis organischer Stoffe in dem Trinkwasser [...] qualitative Nachweis wird durch Zusatz einiger Tropfen Goldlösu[...] grösser die Menge der organischen Stoffe im Wasser ist, desto stärker ist [...] dunkle Niederschlag. Setzt man einige Tropfen einer (rothen) Lösung von ü[...] rem Kali oder Natron zu Wasser, das mit organischen Stoffen verunreinigt ist[...] die schöne rothe Färbung und es entsteht endlich ein brauner Niederschlag.

Die Menge der organischen Stoffe bestimmt man im Wasser nach Woo[...] chen Lösung von übermangansauerem Kali. Man wiegt 1 Gramm vo[...] Salz ab und löst es zu einem Liter in destillirtem Wasser. Man prüft diese Lö[...] Oxalsäurelösung (0,63 Gramm in 1 Liter Wasser); 40 cc dieser Oxals[...] 300 cc Wasser, dem man 2 cc einer starken Lösung von schwefeliger S[...] hat, auf 60° C. erhitzt und dann die Lösung des übermangansaueren Kalis z[...] Oxalsäurelösung richtig angefertigt, so müssen gerade 13 cc Manganlösung e[...] Um mit der so bereiteten und geprüften Lösung die organischen Bestandthe[...] bestimmen, misst man von letzterem 1 Liter ab, setzt 2 cc starker schwef[...] erhitzt auf 60° C. und tropft unter fortwährender Bewegung der Flüssigke[...] Glaskolbens oder Rühren in der Porcellanschale) die Manganlösung zu, bi[...] Spur einer rothen Färbung auftritt. Verschwindet diese Färbung nach 1/2 St[...] setzt man noch ein wenig Manganlosung zu, bis die Färbung 1/2 Stunde un[...] Von der verbrauchten Menge sind 0,24 cc abzuziehen, weil so viel zur beme[...] von 1 Liter Wasser erforderlich ist. 1 cc der Manganlösung wird durch 5 M[...] nischer Substanz zerstört, danach die Berechnung. — Meist benützt man a[...] unreinigung des Stoffes den Gesammtrückstand einer bestimmten Wasserm[...]

Die Milch.

Fig. 57.



Durchschnitt durch die Endtäschchen der Drüse einer Amme, mit Blutgefässen.

Wir haben die Betrachtung de[...] des unentbehrlichsten Nahrungsm[...] Erhaltung der Organismen voran[...] schliessen daran die der Milch an, [...] mittels, auf dessen alleinigen Genuss[...] Menschen in seiner ersten Lebensper[...] sen hat, die also als natürlicher Typ[...] kommenen Nahrungsmittels[...] Lebensperiode betrachtet werden m[...]

Die Milch ist das Sekret der Mi[...] zweier zusammengesetzter, traub[...] welche im Wesentlichen mit den üb[...] förmigen Drüsen: Pankreas und [...] etc. übereinstimmen (Fig. 57). Nu[...] und nach vollendetem Puerperium [...] vollständig ausgereift und funktion[...] besitzt in diesem Zustand kolbig g[...]

hen, welche an den Enden eines dendritisch ramificirten Gang-
gebracht sind (LANGER). Die 15—20 Ausführungsgänge münden
öhrchen, 1—2″ weit, einzeln auf der Brustwarze. Man bezeichnet
elnen als Milchgang, Ductus lactiferus, der im Warzenhofe je zu
kchen, dem Milchsäckchen anschwillt, welches mit einem ver-
n Gange an der Spitze der Brustwarze für sich ausmündet. Die Epi-
ser Ausführungsgänge bestehen aus vieleckigen, rundlichen Zellen, die
testen eine walzenförmige Gestalt annehmen. KÖLLIKER findet an den
anälen eine weisse, feste, bindegewebige Haut, an der er keine Mus-
nur elastische Elemente, nachweisen konnte. Nach LANGER besteht die
Drüsenbläschen aus retikulärem Bindegewebe. Die zelligen, mit Kernen
tzen versehenen Bestandtheile desselben bilden ein Körbchen, welches
abgrenzt und nach Entfernung des Drüsenepithels sichtbar wird. In den
chen findet LANGER dieses Epithel einschichtig, im Grunde der Bläschen
polyedrischen Zellen bestehend, die gegen den Ausführungsgang zu
den und dessen Lumen mitunter sehr verengern. Die Endbläschen ver-
zu kleinen Läppchen, die aber nie (LANGER) zu grösseren, den einzelnen
sgängen entsprechenden Lappen sich vereinigen. Das Drüsenstroma
ungetheilten bindegewebigen Körper dar, der sich peripherisch in
degewebe auflöst. Der Drüsenkern steht nur an der Brustwarze mit
unmittelbarer Verbindung, sonst schiebt sich reichliches Fettgewebe
, das am Warzenhofe durch eine mächtige Lage glatter Muskelfasern

rustwarze besitzt selbst eine grosse Menge glatter Muskelfasern, die
tile Steifigkeit bei Hautreizen auf die hier sehr zarte Oberhaut erthei-
re zeigt sich in ihren tieferen Lagen gefärbt. Im Warzenhofe befinden
e Schweiss- und Talgdrüsen, welche oft sichtbare Höckerchen bilden.
rven der Haut über den Milchdrüsen und der Drüse selbst stammen
praklavikularnerven und von den Hautästen des zweiten bis vierten
en Interkostalnerven.
renchymzweige der Blutgefässe schliessen sich nicht immer genau
e an und vertheilen sich meist unabhängig von denselben. Die Drü-
hen sind von einem reichen Kapillarnetz umsponnen, in dessen rund-
eckigen Maschen die Drüsenbläschen eingeschoben sind. Das Kapil-
s Drüsenbläschens stellt ein in sich geschlossenes Ganze dar, das nur
Arterien und Venen mit dem der benachbarten Läppchen commu-
ER). Die Venen des Warzenhofs anastomiren ringförmig (Circulus

ätigkeit der Milchdrüse ist bei dem menschlichen Weibe auf
h der Geburt beschränkt. Nur dann ist wie gesagt die Drüse in einem
llkommener Entwickelung, welche auch mit einer Grössenzunahme
ane, auch der Brustwarze verknüpft ist. Bei dem Manne ist die Drüse
Lebensalter meist ganz verkümmert, doch kann sie in seltenen Fällen
igkeit der Milchabsonderung erlangen, wie von anerkannten Forschern
BOLDT) berichtet wird.
r Ruhezeit enthält die weibliche Brustdrüse nur einen zähen Schleim,
nzelne, abgestossene Epithelzellen beigemischt sind. Während der

Schwangerschaft beginnen die Epithelzellen der Drüsenbläschen si grössern, sammeln immer mehr und mehr Fetttröpfchen in sich an, die Endbläschen der Drüse vollkommen ausfüllen. Dabei bilden sic thelzellen, sodass schliesslich die älteren mit Fett erfüllten Zellen m verändert losgestossen und in die Milchga getrieben werden, aus denen sie sich i ten Hälfte der Schwangerschaft gemischt gelblichen Flüssigkeit als Kolostrum h lassen. Das Kolostrum ist noch keine v Es zeigt unter dem Mikroskope die verän haltigen Epithelzellen, Kolostrumkö auch Fetttröpfchen aus dem Zelleninhalt Flüssigkeit umherschwimmen (Fig. 58.). Angaben von STRICKER bestehen die Kolost chen aus hüllenlosem, kontraktilem Protoj die eingeschlossenen Fetttröpfchen aktiv he

Fig. 58.



Formelemente der Milch, 350 mal vergr. *a*. Milchkügelchen, *b*. Kolostrumkörper, *c d*. Zellen mit Fettkügelchen aus dem Kolostrum, die eine (*d*) mit einem Kerne.

Mit dem Saugen des Kindes an der Brust nimmt die Thätigkeit i drüsenbläschen mit einem Male sehr zu. Nach den ersten drei bis vi Stillens hat die Drüsenabscheidung den Charakter der reifen Milc men. Die wahrscheinlich fort und fort in den Drüsenbläschen entste haltigen Zellen zerfallen wohl schon in den Milchgängen, sodass die F frei werden und in der Milchflüssigkeit umherschwimmen, hie und da h noch fester zusammen, sodass sie an das Bild der Kolostrumkörperch

Die Milchbildung kann im Allgemeinen betrachtet werden als Metamorphose der Epithelzellen der Milchdrüse. Sie schliesst sich d weise des Hauttalges in den Talgdrüsen an, an welche auch die Entwi schichte die Drüse anreiht.

Nach den STRICKER'schen Beobachtungen wird die bisher allgemei mene schematische Darstellung der Milchbildung aus dem Zerfall d Frage gestellt. Man könnte auch für die Bildung der fertigen Milch ein der Fetttröpfchen und Milchflüssigkeit aus dem Protoplasma der Drüs nehmen, die nun nicht mehr losgestossen werden. Es würde das m gegebenen Darstellung der Entstehungsweise der Drüsensekrete se sammenstimmen. Dafür scheint auch zu sprechen, dass nach LANGER bläschen von Wöchnerinnen, die bald nach der Entbindung gestorbe sparsam Milchkügelchen enthalten, welche mitten zwischen den dicht gedrängten Epithelzellen eingelagert sind (cf. Fig. 58.).

Bei säugenden Frauen finden sich auch in den noch festhaftenden I Fettbläschen. LANGER beschreibt festsitzende (eingereihte) Epithelzelle reren kleinen Fetttröpfchen, andere mit einem Kern, der sich halbmon einen grösseren Fetttropfen herumgelagert hat. Enthielten diese f Zellen grössere Fettbläschen, so lagen diese gegen das Lumen des I chens, der Kern der Zelle dagegen gegen die Wand zugekehrt. Die Z vielleicht durch Berstung ihrer Wand die Fetteinlage aktiv herauspr dass sie darum zu Grunde gehen müsste.

Mit Entwickelung der Milchsekretion tritt auch bei sonst gan Frauen eine grössere oder geringere Temperaturerhöhung (Milchfieb

der Stauung der Milch in den Milchkanälen ableiten will (J. SCHRAMM). erung der reichlich angesammelten Milch tritt ein Absinken der Tempe- . Mit dem Abgewöhnen des Säuglings kehrt meist wieder Anschwellung e und damit Temperaturerhöhung zurück.

Bildung der Milch wird durch den mechanischen Reiz, den das Saugen es ausübt, gesteigert. Es scheint daher dieser Vorgang nicht von der ng des Nervensystems unabhängig zu sein. Doch ist nach den Experi- gebnissen ECKHARD's die Milchsekretion von dem Einflusse wenigstens brospiralen Nerven unbeeinflusst. Nach deren Durchschneidung bei ht die Sekretion ungeschwächt fort. Nach demselben Forscher gehen den Gefässen Nerven zur Drüse, die wahrscheinlich den sympathischen nen sind. Auch LANGER fand im Drüsenparenchym Nerven auf, die er bis renze der Drüsenbläschen verfolgte.

Entleerung der Milch aus der Drüse geschieht nur zum geringsten reichlicher Milchbildung durch den Druck des nachrückenden Sekretes ewöhnlich geschieht sie durch das Saugen des Säuglings, durch Vermin- es Luftdrucks an den Mündungen der Milchgänge, der auch bei künst- tleerung verwendet wird (Milchpumpe). Die beste Milchpumpe sind die es Menschen. Vielleicht tragen die reichlichen glatten Muskeln der Drüse er Ausscheidung bei. Zum Theil dienen diese zur Erektion der Brust- auf die nach ECKHARD die oben genannten cerebrospinalen Nerven von sind, die Erektionsfähigkeit erlischt mit dem Durchschneiden derselben.

während der Säugezeit in 24 Stunden abgesonderte Milchmenge t in ihrer Quantität bei dem menschlichen Weibe sehr bedeutend. Als nittszahlen kann man etwa 500—1500cc als die Sekretionsgrösse beider n einem Tage annehmen.

reife Milch besteht aus einer Flüssigkeit, dem Milchplasma und in diesem schwimmenden, runden, das Licht stark brechenden gelchen. Diese charakterisiren sich sogleich schon durch ihr Aus- s Fett bestehend, und geben der Milch ihre weisse Farbe. Es ist lich, dass sie mit einer zarten Caseïnhülle umgeben sind, sodass man am als fettgefüllte Bläschen betrachten könnte.

Milchflüssigkeit ist eine Lösung einer geringen Menge verschiedener an- ischer Salze mit einer grösseren Menge Milchzucker, Caseïn und in. Nach TOLMATSCHEFF enthält die Milch auch Lecithin oder Protagon. en Extraktivstoffen fand LEFORT Harnstoff, KOMMAILLE Kreatin resp. Krea- Ausserdem enthält die Milch Gase: Kohlensäure, Sauerstoff, Stickstoff. ganischen Salze bestehen vorzugsweise aus phosphorsaueren Verbindun- Kali und Kalk. Die Milch reagirt frisch alkalisch oder neutral, selten

Zusammensetzung der Milch ist bei verschiedenen Säugethieren zwar tiv aber nicht wesentlich qualitativ verschieden, doch mischen sich der e specifischen, riechenden Stoffe der thierischen Hautabsonderung bei, ehr wesentliche Unterschiede in Geruch und Geschmack verursachen.

Geschmack der Milch ist mehr oder minder angenehm süss, was von sseren oder geringeren Gehalt an Milchzucker herrührt.

Fette der Milch sind nur von der Kuhmilch genau untersucht. HEINTZ

fand in derselben die Glyceride der **Butinsäure**, **Stearinsäure**,
säure, **Myristinsäure** und **Oelsäure**. Die flüchtigen Fettsäure
Analysen der Butter ergeben — nach CHEVREUL: **Caprin-**, **Capryl**
und **Buttersäure** — sind gewiss nur zum allergeringsten Theil
Ziegenmilch als normale Beimischungen zu betrachten, im Allgeme
Zersetzungsprodukte, die erst durch die chemische Analyse oder durc
des Ranzigwerdens entstanden sind. Dieser beruht auf einer Oxyda
cerins, welches in **Acroleïn** C_3H_4O = Acrylaldehyd, welches
trocknen Destillation und dem Anbrennen der Fette entsteht und den
genommenen widrigen, stechenden Geruch erzeugt, und **Ameisen**
setzt wird; die Fettsäuren werden ebenfalls höher zu den genannt
Säuren oxydirt. Dieser Zersetzungsvorgang wird durch die Zersetzung
körper der Milch eingeleitet.

Die Milch entsteht in oder aus den Drüsenzellen der Milchdrüse in der obe
Weise. Sie ist nicht sowohl ein Transsudat als eine direkte Zellenproduktio
das Fett mikroskopisch nachgewiesen erscheint. Der Reichthum an Kalisalzen
säure, der die Milch von **allen** anderen normalen Sekreten unterscheidet, ze
ein »verflüssigtes Organ« aufgefasst werden muss. Ueber den Ursprung des
Caseïns aus dem Eiweiss des Zellenprotoplasmas kann kein Zweifel herrschen,
auch das Lecithin oder Protagon. Ueber den Ursprung des Fettes und der Ko
die Meinungen noch sehr getheilt. In der letzten Zeit neigt sich eine Reihe v
der Meinung zu, dass die Fette der Milch aus Albuminaten entstehen, diesel
auch für die Fettbildung überhaupt ausgesprochen wird. Die Kohlehydrate
Theil wenigstens Transsudate aus dem Blut zu sein, da bei reichlichem Zu
Zuckergehalt der Milch steigt. Einige genossene heterogene Substanzen geh
Milch über.

Die praktischen Versuche der Landwirthe haben es mit aller Sicherheit
die Art und Menge der Nahrung Einfluss auf die Menge der Milchabsonderung
behauptete, dass die **Menge der Nahrung** mehr Einfluss habe als die Q
ist in so fern richtig, als durch alle bisherigen Beobachtungen erwiesen ist,
Flüssigkeit die Thiere (Menschen) zu sich nehmen, der Milchertrag um so
und zwar merkwürdiger Weise **ohne** dass die Qualität der Milch sich ei
mutheten Wässerigwerden entsprechend verschlechtert, verdünnt zeigte.
Wasseraufnahme in diesem Sinn, mag sie nun durch wasserreiches Futte
Schlempe etc. erreicht werden, oder dadurch, dass man den Thieren durch S
rung den Durst zu Wasser steigert (DANCEL). Kühe, welche bei trockene
10—14 Liter Milch gaben, lieferten dann 14—16 Liter ohne Verschlechterung
Thatsache allen Milchviehbesitzern geläufig. Dadurch gewinnt der reichlich
genuss (Bier) bei stillenden Müttern, Ammen eine hohe Bedeutung auch in a
einischer Beziehung.

Nach den Untersuchungen von THOMSON und den unter PFLÜGER's Leitun
und KEMMERICH gemachten Experimentalbeobachtungen ist jedoch die Qua
rung durchaus nicht ohne Einfluss auf die Milchproduktion. Merkwürdig
durch reichlichen Fettgenuss die Milchsekretion (bei Hunden) ganz unterd
das genaue Gegentheil dessen, was man a priori für dieses fettreiche Sekr
dürfen glaubte. Bei Fleischnahrung (N haltiger Kost) dagegen nimmt im
vegetabilischer Nahrung die Menge der Milch bedeutend zu und der Gehalt
standtheilen namentlich an Fetten, weniger an Caseïn ist sehr erhöht. Der Alb
Milch, der bei der Hündin nicht unbedeutend ist, bleibt ziemlich konstan
gehalt sinkt etwas.

ius diesen Versuchen die Möglichkeit der Fettbildung für die Milch aus Eiweiss-
ɔr, was auch von den genannten Experimentatoren angenommen wird. HOPPE-
, dass sich in stehender Milch auf Kosten der Albuminate das Fett vermehrte,
ıuch hier noch ein Uebergang der Albuminstoffe in Fett stattfände. SSUBOTIN hat
ehrung in stehender Milch ebenfalls konstatirt, die in 36 Stunden fast 1% der Ge-
ɪnge betragen kann. Nach KEMMERICH geht die Fettbildung aus Albuminaten unter
ang von Pilzen nur in frischer Milch vor sich. Gekochte Milch verliert dagegen
ıtionsprocesse (HOPPE) beständig Fett. Ueber Fettbildung in der Milch im Zusam-
t der Ernährung (VOIT u. A.) folgt weiter unten das Nähere. In der stehenden
:h bildet sich das Albumin in Caseïn um, ebenso durch Kochen (KEMMERICH).
neinen ist aber trotzdem der Einfluss der Nahrung, so lange nur die Thiere
el leiden, nicht so gross als man denken könnte.

ʌYFAIR ist der Fettgehalt der Milch bei reichlicher Stallfütterung und Ruhe
; bei starker Bewegung auf der Weide; das Vieh, welches auf armer Weide viel
ı muss, um sein Futter zu finden, liefert käsestoffreichere Milch.

Milch, die man im Euter findet, bevor das Kalb gesaugt hat, das Kolostrum
ıl reicher an Käsestoff als die nachfolgende.

emselben Melken später aus dem Euter gezogene Milch ist nicht unbedeutend
t reicher als die ersten Portionen. Nach SCHÜBLER, der 5 Portionen gesondert
stieg der Rahmgehalt von 5 : 8 : 11,5 : 13,5 : 17,5 %.

ıwerden der Milch rührt, wie man bisher annahm, von Vibrio cyanogenus,
gelbe Farbe derselben von einem ähnlichen organisirten Wesen her. Nach den
ıgen von ERDMANN beruht die blaue Farbe auf dem Auftreten von Anilinblau,
ıus dem Käsestoff der Milch durch Vermittelung von Vibrionen. Nach H. HOFF-
'ÜRSTENBERG ist die Ursache derselbe Pilz: Penicillium glaucum, welcher in
lch nur die sauere Gährung hervorruft. Den besonderen Einfluss suchen sie so-
krankhaften (?) Veränderung der Milch selbst. Der Genuss blauer Milch ist für Kin-
ıeitsschädlich mit den Symptomen der Diarrhöen, Abmagerung etc. (F. MOSLER).

ɜrsuchungen von CLEMM, SIMON, HAIDLEN etc. zu Folge enthält die Milch gesunder
Durchschnitt

in 1000 Theilen Milch:

Wasser	885,66	
Caseïn	28,11	114,31 feste Stoffe.
Butter	35,64	
Milchzucker	48,14	
Salze	2,42	

lch der Säugethiere, welche zur Milchgewinnung verwendet werden, ist
von etwas verschiedener Zusammensetzung als die der Frauen. Sie enthalten
im Durchschnitt mehr feste Bestandtheile, unter denen der Zuckergehalt mehr
während sich ein höherer Gehalt an Butter und Albuminaten zeigt. Die Milch
und Esel-Stuten ist dagegen der Frauenmilch sehr analog gemischt, doch ent-
n Gegensatze zu den anderen Milchsorten mehr Milchzucker.

ılt an Albuminaten beträgt in 1000 Theilen Milch im Durchschnitt

in der Frauenmilch	28,11
Kuhmilch	54,04
Ziegenmilch	46,59
Schafsmilch	53,42
Eselsmilch	20,18
Stutenmilch	16,41

[illegible] betragt

[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible] 37
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible] 35
[illegible]	[illegible] 10
[illegible]	[illegible]

[illegible] Milch überwiegen [illegible] unter ihnen ein [illegible] Wassergehalt ist die Asche [illegible] Theilen

[illegible]	[illegible]
[illegible]	25 [illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
Phosphorsäure	[illegible] 40
[illegible] Eisenoxyd	1.21
[illegible]	2.64
[illegible]	Spur

[illegible] Eiweissgehalt [illegible] Wasser. Im übrigen ergeben [illegible]

[illegible] bestimmte Menge der [illegible] Parenchymsaften vorh [illegible] fand, dass sie der [illegible] Analyse fand er

[illegible] Gase:

Kohlensäure	55.15	Vol.
Stickstoff	[illegible].56	„
Sauerstoff	[illegible].29	„

[illegible] fand in einem Versuche

Kohlensäure, ausgepumpt	0,09 „
„ durch Phosphorsäure ausgetrieben	7.40 „
Stickstoff	0.20 „
Sauerstoff	0,80 „

Hygieinische Bemerkungen. Man hat geglaubt, die Zusammensetzung [illegible] Grundtypus aller Nahrungsmittel aufstellen zu müssen. Man glaubte, das [illegible] der einzelnen Nahrungsstoffe: Albuminate, Fette, Zucker, Salze zu einander [illegible] in welcher sie am besten zur Ernährung des Organismus dienen konnt[illegible] [illegible] späteren Betrachtungen sehen, dass davon keine Rede sein kann, da es u[illegible] [illegible], dass eine Nahrungsmittelmischung für alle Körperzustände all[illegible] [illegible] sich ergeben, dass jedes Alter, jede Beschäftigung, jeder Korperzus[illegible] Nahrung verlangt. Doch darf man uber diese allgemeine Wahrheit nicht [illegible] die Milch der Mutter unstreitig fur den kindlichen Körperzustan[illegible] [illegible]mischung darstellt, welche kaum durch eine andere künstliche vo[illegible] werden kann.

Wir konnen hier sogleich die Thatsache beachten, dass bei dieser Nor[illegible] Fette und Kohlehydrate neben dem Eiweissstoffe so reichlich vertreten sin[illegible] Albuminate auf [illegible] Theile Fett und 20 Theile Zucker. Wir werden spater [illegible] solche Nahrungsmischung zum Stoffansatz im Organismus vorzüglich taugl[illegible]

n dem letzteren weniger Muskelarbeit gefordert wird. Sehr auffallend ist in der ensetzung der Milchasche der hohe Gehalt an phosphorsauerem Kalke, der zum les nach der Geburt rasch erstarkenden Knochengerüstes nothwendig ist. Dieser an das Caseïn gebunden. Das Caseïn selbst ist eine Alkaliverbindung, woher der halt der Milch an Alkalien rührt. Sie machen das Caseïn, welches sich im Wasser : wenig löst, darin leicht löslich.

n wir von der Milch als dem Normalgemische der Nahrungsstoffe eines kindlichen mus gesprochen haben, so bezog sich dieses für den Menschen nur auf die Frauen-Wo diese für die Ernährung des Kindes mangelt, kann dafür die Milch der Hausthiere ne weiteres mit dem gleich günstigen Erfolge angewendet werden. Die Milch von nd Ziegen unterscheidet sich quantitativ nicht, wie wir sahen, unbedeutend von der ilch, und die Erfahrung lehrt, dass sie von Säuglingen oft nicht vertragen werden. ler Frauenmilch ähnlicher zu machen, muss der Kuhmilch, die gewöhnlich als Ersatz h sie caseïn- und butterreicher ist, Wasser zugesetzt werden mit Milchzucker, um ngeren Gehalt an Zucker zu beseitigen. Dasselbe ist für die Ziegenmilch, die der h nahe steht, nothwendig.

illige Milchveränderungen. — Es ist für den Arzt von Wichtigkeit, die Veränderun-elche die Milch, dieses nothwendige Nahrungsmittel, erfährt, zu kennen.

Milch nimmt bei dem Stehen in der Luft begierig Sauerstoff in sich auf und scheidet hlensäure aus (Hoppe). Vorzüglich leicht und rasch bei etwas hoher Temperatur Milch, welche frisch meist alkalisch reagirte, sauer. Es bildet sich aus dem Milch-durch Umlagerung seiner Elemente Milchsäure, wozu nach Hoppe keine Sauer-nahme der Milch erforderlich ist.

e dieses Auftretens einer freien Säure in der Milch finden nun Zersetzungen in ihren heilen statt. Vor allem wird die Alkaliverbindung des Caseïns getrennt, das Caseïn sich als eine dicke Gallerte, Käse ab, welche nach einigem Stehen eine helle, tige, grünlich gefärbte Flüssigkeit, Molken auspresst. Die Milchkügelchen wer-dem geronnenen Caseïn eingeschlossen.

wissen, dass organische Zersetzungen bei einer Temperatur von 100°C. stillstehen ängere oder kürzere Zeit unterbrechen werden können. So erklärt sich der Erfolg edens der Milch, welches diese auch im Sommer für längere Zeit vor dem Sauer-chützen kann, wenn man das Erhitzen wenigstens einmal in 24 Stunden wiederholt. e niedere Temperatur wirkt aus einleuchtenden Gründen in demselben Sinne. An s früher angewendeten hermetischen Luftabschlusses von gekochter Milch in Blech-, wodurch man für Seereisen die Milch zu konserviren suchte, hat man nun ein n der frischen Milch durch das Vacuum und Zusatz von Zucker als das beste r Erhaltung der frischen Milch kennen gelernt. Die »kondensirte Schweizer-entspricht allen Anforderungen und wird für Kinderernährung, Truppen etc. vielfach lem Erfolg verwendet. Man löst für kleine Kinder 1 Kaffeelöffel in 1 Schoppen kalten s und kocht dann die Lösung.

hat beobachtet, dass die Milch in Zinkgefässen längere Zeit ohne sauer zu wer-alten werden kann. Es beruht dieses auf einer chemischen Verbindung von Milch-it dem Zink. Die Zinksalze sind jedoch durchaus nicht ungefährlich. Es erklären sich m Vorhandensein in der Milch die Vergiftungssymptome, welche hie und da so heftig lchgenuss auftreten oder nach Genuss von Speisen, zu deren Bereitung Milch gedient welche längere Zeit in Zinkgefässen gestanden hatte, wie sie von Zuckerbäckern hie benützt werden.

Gerinnung der Milch wird auch durch einen sehr geringen Zusatz von doppelt kohlen-Natron verzögert, wozu schon $^{1}/_{1000}$ genügt. Dieser Zusatz ist der Gesundheit voll-unschädlich und verändert den Geschmack der Milch nicht merklich.

verfälschung. Milchanalysen. — Die Milch wird in grossen Städten, wo ihr Preis sehr , Gegenstand vielfältiger Verfälschungen. Die gewöhnlichste ist Wasserzu-

satz manchmal bis zur Hälfte. In Paris war schon vor der Belagerung das, wa liche Milch verkauft wurde, abgerahmte Milch mit einem Zusatz von 1/4, 1/3 Wasser. Rahm ist dort die Milch in natürlichem Zustande. Weitere Zusätze z Milch werden dazu gemacht, um sie wieder dickflüssiger zu machen. Mehl, S Hanfsamenemulsion sind zu leicht an ihrem Verhalten zu erkennen, als dass sie Maasse in Anwendung gebracht werden könnten. Dagegen werden zu diesem wasser, Kleien- und Gummiwasser vielfältig verwendet. Noch eine andere, schung erwänt Knapp; sie besteht in Beimischung von feinzerriebenem, von s befreitem Hammelgehirn, wodurch der Milch scheinbar ein hoher Rahmgehalt Das Mikroskop giebt über diese Verfälschungen sogleich Aufschluss, indem körnchen, die zerquetschten Nervenfasern etc. nachweist. Ueber die Milchf Nach M. W. Taylor und E. Ballard kann das Typhuscontagium wie durch T auch durch Milch verschleppt werden. Die Milch stand bei diesen Beobachtu Typhuskrankenzimmer; das Weib, welches Typhuskranke pflegte, hatte die Ku In 7 Familien, in einem zweiten Fall in 67 Häusern, welche zur Kundschaft de Milchwirthschaft gehörten, brach Typhus aus. Auch für das Scharlachcontagi sie das Gleiche.

Zur Erkennung des Wasserzusatzes dienen sehr einfache, von Jedermann leitung ausführbare sogenannte Milchproben. Am einfachsten und beste Donné angegebene Methode, welche die Menge des in der Milch enthaltenen Fe haltspunkt nimmt. Donné bestimmte, welche Dicke die Milchschicht haben m eben das Licht einer hinter ihr befindlichen Kerzenflamme nicht wahrgenomm jenige Milchsorte enthält am wenigsten von dem undurchsichtigen Fett, von we dickste Schichte einschalten muss. Alf. Vogel hat diese Methode dahin abgeä bestimmte, wie viel er Milch zu 100 Cc. Wasser zusetzen musste, um eine schicht von 0,5 Cm. Dicke (in einem Glaskästchen) undurchsichtig zu machen. Seyler gewinnt die Bestimmung an Sicherheit durch das umgekehrte Verfahren ein Glaskästchen, dessen Gläser 1 Cm. von einander abstehen. Zu 1 Cc. nun aus einer Bürette so lange Wasser zu, bis das Licht einer etwa 1 Me Kerze eben durchschimmert, wenn er das Glaskästchen bei ziemlich finst ganz dicht vors Auge hält. Nach Vogel braucht man bei 0,25 Cm. Schichtdick Wasser 3,7 Cc. unverfälschter Milch, also für 5 Cc. Milch 135 Cc. Wasser, na man zu 1 Cc. guter Kuhmilch 70—85 Cc. Wasser setzen, um bei 1 Cm. Schi Kerzenflamme eben sichtbar werden zu lassen, zu abgeblasener bedarf es oft Wasser.

Der Werth der Milch beruht aber gleichzeitig auf ihrem Gehalt an aufgelöst besonders Käsestoff, nicht nur auf dem an Buttertheilchen. Der Gehalt der ers bart sich durch das specifische Gewicht, welches grösser ist bei reic umgekehrt; das specifische Gewicht schwankt normal zwischen 1008—1044. das an der Senkwage gemessene specifische Gewicht als Massstab der Güte, so zu leicht, weil die Butter die Aräometergrade hinab-, der Käsestoff aber aufdrückt. Es kann also eine Milch käsereich erscheinen, während sie in Wah terarm ist. Da die Beschaffenheit der natürlichen Milch grossen Schwankunge ist, so ist eine Verdünnung mit Wasser wohl nur bei extremeren Graden mit zu erkennen.

Künstliche Milchveränderungen zu Nahrungsmitteln. — Die Milch wird nicht zur Nahrung verwendet. Man benutzt von jeher auch einzelne von den in ih Stoffen für sich.

Vor allem ist hier die Butter zu nennen, die sich als Rahm bei längere der Milch absetzt und durch Schlagen und Schütteln — Buttern — vollkommen werden kann, indem dadurch wahrscheinlich die Caseïnhüllen der Milchkügelc

.. und die einzelnen sich zu grösseren Fettklumpen vereinigen können. Die Butter .. stets auch nach sorgfältigem Auswaschen noch Bestandtheile der Milch in sich, welche ..ch den eigenthümlich angenehmen Geschmack, aber auch den Fehler ertheilen, sehr ..anzig zu werden. Man vermeidet diese Zersetzung, welche die Butter ungeniessbar .. auf zweierlei Weise: entweder durch Einsalzen, wodurch der Käsestoff wie die .. Albuminate die Fähigkeit sich zu zersetzen in hohem Grade verliert, oder dadurch, ..an den Käsestoff ganz entfernt, was durch Schmelzen der Fette — Schmalzbereitung ..hieht, wobei der geronnene Käsestoff als eine graue schaumige Masse — Butter-.. — auf der Oberfläche sich ansammelt und abgeschöpft werden kann.

.. frische Butter enthält nach meinen Bestimmungen bis zu 1,5% Käsestoff und oft mehr .. Wasser.

..von der Butterbereitung zurückbleibende Buttermilch besitzt noch eine grosse ..er Nahrungsstoffe der Milch, fast allen Käsestoff, Zucker und Salze, auch das Fett ..ht ganz. Sie ist also noch immerhin ein zu schätzendes Nahrungsmittel.

.. das Caseïn wird von der Gesammtmilch getrennt, um als Nahrungsstoff leichter ..ben werden zu können. Doch wird bei der Käsebereitung meist mit dem Caseïn ..itig das Fett der Milch abgeschieden. Die Käse enthalten mehr oder weniger Fett, je .. sie aus der ganzen Milch oder aus abgerahmter hergestellt wurden, wonach man ..d magere Käse unterscheidet. Die Gerinnung des Caseïns wird meist durch Lab, ..agen, das entweder frisch oder geräuchert und gesalzen in Anwendung kommt, .., wozu schon eine sehr geringe Labmenge hinreichend ist. Der Käse wird stark ge-..ängere Zeit aufbewahrt, bis er gereift ist. Dieser Zustand der Reife charakterisirt ..durch, dass der Käsestoff nun seine Löslichkeit in Wasser wieder erhalten hat, die er ..das Lab verloren hatte. Es scheint (?), dass dieses darauf beruht, dass sich das Natron ..salzes mit dem Käsestoff verbunden hat zu Natronalbuminat, dem die Eigenschaft ..ichkeit in Wasser zukommt, sodass der Käsestoff durch das Reifen wieder in einen .. übergeführt wird, wie er ihn in der frischen Milch besitzt. Zieht man die Butter .. Käse durch Aether aus, so findet sie sich, wie sich erwarten lässt, stark ranzig. .. behauptet Fettbildung im reifenden Käse aus Albuminaten unter dem Einfluss ..n.

..er Schweiz kommt auch der Milchzucker in den Handel, den die Hirten aus der ..stoff abgeseiten Molke durch Eindampfen herauskrystallisiren lassen. Die Tartaren ..die Milch in alkoholische Gährung, wobei der Milchzucker (zuerst in Lactose und .. Alkohol umgewandelt wird. Das betreffende alkoholische Getränke führt den Na-..miss«.

.. von der Käsebereitung zurückbleibende Molke enthält ausser den Salzen und dem ..ten Milchzucker auch noch, wenn die Gerinnung vorher durch Lab erfolgte, Albumin, ..s erst durch Erhitzen und Säurezusatz gerinnt. Die Wirkung der Molke als Genuss-..ahrungsmittel fällt ausser auf den Zucker sicher hauptsächlich auf die Milchsalze (cf. ..rungslehre).

..r **Entwickelungsgeschichte der Milchdrüse.** — Bei Neugeborenen findet sich die .. noch wenig entwickelt, obwohl ihre erste Anlage wahrscheinlich schon in den .. Monat des Intrauterinlebens fällt. In der Regel sind erst die Hauptgänge ent-..elt, an denen kolbige Anhänge die spätere Verzweigung andeuten. Immer fehlen die ..bläschen. Bei Neugeborenen vom 4ten—8ten Tag kommt eine Sekretion dieser rudi-..ären Drüsenanlagen vor, das milchartige Sekret wird als »Hexenmilch« bezeich-.. Die secernirende Drüse besteht dann aus zahlreichen erweiterten und eng zusam-..geschobenen Buchten, welche der Drüse das Ansehen einer Gruppe von Talgdrüsen ..n (Langer). Bei beiden Geschlechtern bildet sich die Drüse bis zu den Pubertätsjahren ..am durch Ausbildung der (späteren) Ausführungsgänge weiter aus, dann beginnt ein ..eres Wachsthum, das bei männlichen Individuen meist von einer Rückbildung gefolgt ..während es bei Mädchen zur vollkommenen Ausbildung der Drüse führt. Die eigentlichen

Drüsenbläschen finden sich bei geschlechtsreifen Mädchen. Die Gänge sind dann
sam, die Bläschen aber sind mit Zellen noch solid ausgefüllt. Alle Elemente
weiter von einander abstehend. Wie an anderer Stelle schon angedeutet, lässt sich
dungsgang der Drüse als eine stetig fortschreitende Knospung bezeichnen, der
Wucherung der Epithelien in die Tiefe des Gewebes beruht. Die vollkommene Ent
zeigt die Drüse nur während der Ausübung des Säugegeschäfts, mit Aussetzen
scheint sogleich die Involution der Drüse zu beginnen; sie tritt wieder in den
schilderten Ruhezustand ein, die Drüsenbläschen werden klein, enthalten k
tröpfchen mehr, doch bleibt das gewonnene Lumen der Gänge in die Endbläsch
wegsam. Mitunter nehmen bei kräftigen Frauen nach dem Puerperium die Drüs
fast ganz die jungfräulichen Formen wieder an. Der Schwund der Drüse, der
männlichen Geschlecht sehr bald eintritt, erfolgt bei dem Weibe in den klim
Jahren. Das Stroma der Drüse schwindet, der Drüsenkörper wird zu einer
Scheibe, in der sich nur die Gänge nicht verengert erhalten; sie endigen blind
dünnwandig und kollabirt (Langer).

Zur vergleichenden Anatomie der Milchdrüse. — Die Entwickelungsgeschichte
Milchdrüse an die Hautdrüsen an, bei den in gewissem Sinne niedersten Sä
den Monotremen (Schnabelthieren), unterscheiden sie sich von diesen noch we
beiden Milchdrüsen bilden eine Gruppe von Schläuchen, die einzeln ohne
Haut durchsetzen, die an einzelnen Stellen haarlos, aber nicht hervorgewölbt
Sekret wird auf die Oberfläche des Drüsenfeldes ergossen, wo es das Junge
den übrigen Säugethieren finden sich die Drüsenmündungen auf Zitzen, die
Saugen von dem Munde des Jungen umfasst werden. Zu jeder Zitze gehört
Drüsencomplex meist mit einer grösseren Auswahl gesonderter Ausführungsgänge
der Zitzen entspricht im Allgemeinen dem Maximum der gleichzeitig fallenden Ju
Zahl schwankt zwischen 2—12. Bei den Raubthieren, Insektivoren und Nagern li
in zwei Reihen in der Bauchgegend bis zur Brustregion. Aehnlich bei den Schw
einigen Beutelthieren liegen sie in Kreisform angeordnet am Bauche. Andere
und, wie schon erwähnt, die Monotremen haben zwei Milchdrüsen am Bauche.
Wiederkäuern und Walfischen liegen sie in der Weichengegend. Bei Elephant
(Seekühe), Bradypus (Faulthier), Fledermäusen und Affen liegen sie wie bei de
an der Brust. Bei Halbaffen kommen 2—4 Milchdrüsen vor, die in der Lage
sind. Die Zahl der Milchgänge in einer Zitze ist bei den Affen noch grösser als be
schen. Raubthiere haben 5—10 Oeffnungen, Pferde zwei, Schweine, Wiederkäu
fische nur einen, sinusartig erweitert. — Bei den Beutelthieren (Marsupialia) ums
muskulöse Hautduplikatur die zitzentragende Bauchfläche. Dieses Marsupium die
nahme der neugeborenen Jungen, die bei der Geburt noch wenig gereift sind.

Das Fleisch.

Die Milch ist nicht das einzige vollkommene Nahrungsmittel, w
Natur selbst zubereitet. Sie bietet den thierischen Organismen noch e
anderer Nahrungsmittel dar, welche zur Ernährung vollkommen ausrei
Fleisch und die vegetabilischen Stoffe, welche letztere die Nahrung der
fresser ausmachen, und welche theils in grünen Pflanzentheilen, theils
und Wurzeln enthalten sind.

Wir müssen annehmen, dass das Fleisch der Pflanzenfresser, vo
das Raubthier ernährt, vollkommen den Bedürfnissen des Letzteren
Es ist diese Thatsache um so leichter verständlich, weil die thierisch
stoffe hier direkt aus einem Organismus in den Andern herüberwan

ch vorstellen kann, dass die Stoffe nach ihrer neuen Aneignung von Seite ischfressers in seinem Organismus direkt dieselben Wirkungen werden n können, zu denen sie in dem Leibe des Pflanzenfressers schon gedient

uch die Pflanzenstoffe, von denen sich die Pflanzenfresser nähren, müssen kommene Nahrungsgemische angesehen werden, da sie die Erhaltung jener men ohne weiteren Zusatz als Trinkwasser zu besorgen vermögen.
r Mensch mischt seine Nahrung aus den Stoffen, auf welche die Natur die grossen, letztgenannten Thiergruppen angewiesen hat.
s Muskelfleisch zeichnet sich durch seinen Reichthum an Eiweiss, Kreatin, n, Phosphorsäure und Kali vor anderen Nahrungsmitteln aus. Es eignet ch die Leichtigkeit mit der es bei der Verdauung aufgenommen wird vor r die Ernährung solcher animaler Organismen, die wie die Fleischfresser issmässig kleine Verdauungsorgane haben, die darum vegetabilische Nahcht auszunützen vermögen, da diese eine weit grössere Verdauungsarbeit rt.
ben den Extraktivstoffen bestimmt den Werth des Fleisches sein Gehalt eiss, Bindegewebe (Leim), Fett und anorganischen Salzen. Im Fleisch n wir auch reichlich Wasser, da es frisch zu 75% aus Wasser besteht.
s Fleisch, welches in den Haushaltungen zur Nahrung benützt wird, ist reine Muskelfaser, sondern ist stets, abgesehen von dem gröberen und n Bindegewebe, von dem es durchzogen wird, mit mehr oder weniger Fett n und durchwachsen. In diesen beiden letzteren Beziehungen unterschei- das Fleisch der verschiedenen Thierarten sehr wesentlich, während es in chen Zusammensetzung seiner Fleischfaser kaum merkliche Unterschiede n lässt. Die Verschiedenheiten, welche die Fleischsorten dem Geschmacke n, beruhen theils auf noch nicht näher bekannten flüchtigen Stoffen, sich bei der Erhitzung des Fleischsaftes vielleicht theilweise erst erzeugen, f der verschiedenen Mischung des Fettes, das sich nach den Thierspecies den zusammengesetzt zeigt, bald mehr flüssig, bald mehr fest ist. Noch Muskeln verhungerter Thiere finden sich 2—3% Fett.
e nähere chemische Zusammensetzung der Muskelfaser findet bei der Besprechung der kelphysiologie ihre Stelle.
Fleisch verschiedener Wirbelthiere. — Nach BIBRA liefern 100 Theile ge- ckneter Muskelsubstanz, aus der zuvor alles sichtbare Fett abgetrennt war, fol- le Fettmengen:

Säugethiere (Oberschenkelmuskeln):

Mensch	7—15
Reh	7,3
Hase	5,3
Ochs	21,8
Kalb	10,4
Schaf	9,3

Vögel (Brustmuskel):

wilde Gans	8,8
wilde Ente	12,5
Truthahn	13,1
Huhn	2—5

Auch in anderen Beziehungen zeigt sich das Fleisch verschieden zusammenges aus den zahlreichen Analysen besonders von SCHLOSSBERGER und BIBRA hervorgeht. Angaben des Letzteren stelle ich einige in folgender Tabelle zusammen:

Fleisch verschiedener Thiere:

in 1000 Theilen:	Mensch:	Ochs:	Kalb:	Reh:	Schwein:	Huhn:
Wasser	744,5	776,0	780,6	746,3	783,0	773
feste Stoffe	255,5	224,0	219,4	253,7	217,0	227
lösliches Albumin / Farbstoff	19,3	19,9	12,9	19,4	24,0	30
Glutin	20,7	19,8	44,2	5,0	8,0	12
Weingeistextrakt	37,1	30,0 (Weingeistextrakt und Fett)	12,9	47,5	17,0 (Weingeistextrakt und Fett)	14
Fett	23,0			13,0		
unlösliche Eiweiss-stoffe, Gefässe etc.	155,4	154,3	149,4	168,1	168,1	165

In Beziehung auf die Extraktmenge, die so wesentlich zum Wohlgesch tragende Stoffe in sich birgt, haben die älteren Untersuchungen ergeben, dass sie b Thieren im Allgemeinen bedeutender ist als bei zahmen derselben Gattung. Die welche im Leben angestrengter waren, liefern auch mehr Extrakte (J. RANKE). Di Aktion des Muskels auftretende Säure (Milchsäure) scheint das Fleisch wohlsch und mürber zu machen. Dasselbe erreicht man auf natürlichem Wege durch Lie Hängenlassen des Fleisches, wobei es von selbst stark sauer wird, oder durch k Säuerung durch Einlegen in Essig. Die Extraktmengen im Fleische sind aber n wenig verschieden; nach BIBRA:

Gesammt-Extrakt

Mensch	3 %
Reh	4 %
Taube	3 %
Ente	4 %
Schwalbe	7 %

In der Fleischasche überwiegen die Kalisalze die Natronsalze sehr bedeute LIEBIG und HENNEBERG kommen

auf 100 Theile Natron:

im Fleisch des Huhnes	381 Kali
" " " Ochsen	279 "
" " " Pferdes	285 "
" " " Fuchs	214 "
" " " Hecht	497 "

Nach den Untersuchungen der Salze des Ochsenfleisches durch STÖLZEL findet diesen gar kein Natron:

Asche des gesammten Fleisches

	Pferd: (WEBER)	Kalb: (STAFFEL)	Ochs: (STÖLZEL)	Schwein: (ECHEVARRIA)
Kali	39,40	34,40	35,94	35,83
Natron	4,86	2,35	0	4,31
Chlorkalium	0	0	10,22	0
Chlornatrium	1,47	10,59	0	Chlor 0,59
Magnesia	3,88	1,45	3,31	4,56
Kalk	1,80	1,99	1,73	7,15
Eisenoxyd	1,00	0,27	0,98	0,33

	Pferd: (WEBER)	Kalb: (STAFFEL)	Ochs: (STÖLZEL)	Schwein: (ECHEVARRIA)
Phosphorsäure	6,74	48,13	34,36	42,16
Schwefelsäure	0,30	0	3,37	0
Kieselsäure.	0	0,81	2,07	0
Kohlensäure	0	0	8,02	0

iesammtmenge an Asche ist bei den Menschen und Säugethieren etwa 4%, bei den i%.

ılaische Betrachtungen. — Fleischzubereitung. LIEBIG, dem wir die ausführliche ıung des Fleisches in chemischer Beziehung verdanken, hat auch Gesetze für die ubereitung als Nahrungsmittel aufgestellt. Es ist eine bekannte Erfahrung, dass eisch im Allgemeinen weniger leicht verdaulich ist als durch Zubereitung (Erhitzen) rtes. Zum Theil beruht dieser Unterschied darauf, dass rohe Fleischstückchen vom ıft weniger leicht gelöst werden können als gekochte oder gebratene. Dieser Unterler schon bei linsengrossen Stücken ersichtlich ist, fällt dagegen weg, wenn das Fleisch t ist. Der Haupteinfluss, den die Zubereitung des Fleisches ausübt, findet auf das Bindedesselben statt. Das Bindegewebe wird in Leim umgewandelt. Die freie Säure, die dem Liegen des rohen Fleisches entwickelt, wirkt bei diesem Umwandlungsprocess bei freier Säure schon bei 60°C. das Bindegewebe in Leim übergeht. Daher wird sch womöglich erst einige Zeit nach dem Schlachten, wenn es möglichst viel Säure zum Genuss zubereitet. In demselben Sinne wirkt Essig. Eine Erhitzung der Fleischlbst auf 60°—70°, wie sie bei dem Braten grösserer Fleischstücke eintritt, macht dieeichter verdaulich, leichter in Magensaft löslich, eine Erhitzung über 75°—100° macht er dagegen hornartig fest, weniger verdaulich. Bei höheren Temperaturgraden vern sich die Eiweisskörper in Peptone (cf. Magenverdauung).

Fleischzubereitung, um dasselbe als Nahrungsmittel für den Menschen taug1 schmackhaft zu machen, geschieht eigentlich nur auf dreierlei Wegen: es wird n, gekocht und gedämpft. Durch diese verschiedenen Zubereitungsweisen wird das in verschiedener Weise chemisch verändert.

rch das Kochen in Wasser werden dem Fleische seine in heissem Wasser lösBestandtheile entzogen; diese gehen in die Fleischbrühe über, welche ihnen ihren ımlichen Geschmack und ihre belebende Wirkung als Genussmittel verdankt.

rd das Fleisch langsam erwärmt, so löst sich ein nicht unbeträchtlicher Theil von Eibstanzen aus dem Muskelsafte auf, welcher bei Steigerung der Temperatur gerinnt eine graue, schaumige Masse, Fleischschaum, abgeschöpft wird und damit für die ıng verloren geht.

ır den Stoffen, welche aus dem Fleische beim Kochen ausgelaugt werden, stehen die ıalze obenan, welche fast alle in die Fleischbrühe übergehen. Im Fleische bleiben chlich nur die phosphorsaueren Erden zurück.

h den Analysen von KELLER findet sich die Asche des Ochsenfleisches in 100 Theilen ıengesetzt aus:

Phosphorsäure. . . .	36,60
Kali	40,20
Erden und Eisenoxyd	5,69
Schwefelsäure	2,95
Chlorkalium	14,81

ı Salzen gehen bei längerem Kochen 82,27% in die Fleischbrühe!

leische bleiben nur:

Phosphorsäure .	10,36
Kali.	4,78
Erden und Eisen	2,54

im Ganzen etwa 18 % der ursprünglich im Fleisch enthaltenen Salze. Eine Ve tritt dadurch ein, wenn das Wasser, worin das Fleisch siedet, kalkhaltig ist. Es die ausgelaugte Phosphorsäure als phosphorsauerer Kalk wieder auf das Fleis geschlagen.

Der Salzgehalt, ebenso aber auch der Gehalt des Fleisches an löslichen Stoffen, welche in die Fleischbrühe übergehen: Kreatin, Kreatinin, milchsauere sauere Salze etc. ist für den Ernährungswerth des Fleisches von grosser Bedeutu wir dem thierischen Organismus die ausgelaugte Fleischfaser, so wird er erst nach nothwendigen Salze, die nur für kurze Zeit der Körper selbst liefern kann, im St daraus Fleisch für seinen Organismus zu bilden. Das ausgekochte Fleisch hat rungsstoff — Albumin — seinen Werth durchaus nicht verloren, dagegen ist als Nahrungsmittel bedeutend herabgesetzt oder vernichtet, weil es nun nicht für ein Nahrungsmittel nöthige Mischung von verschiedenen dem Organismus gl gen Stoffen darstellt.

Bei der gewöhnlichen Art des Fleischsiedens tritt der Auslaugungsprocess nicht men in dem Masse ein, wie man es vielleicht aus dem bisher Gesagten entnehme Sobald die Temperatur des Fleisches bis zum Punkte der Gerinnung des Eiweisses ist, bildet dieses einen Verschluss gegen das Eindringen des Wassers von ausse des Austretens von Fleischflüssigkeit. Der Auslaugungsprocess erstreckt sich al eine geringere Tiefe, wenn das Sieden des Fleisches nicht allzu langsam vorgenom

Es ergiebt sich aus dieser Betrachtung sogleich die Verschiedenheit der Metho angewendet werden muss, um entweder ein wohlschmeckendes, saftiges Fleisch gute, gehaltreiche Fleischbrühe zu erhalten. Wenn wir das Fleisch fein wie zur W tung zerhacken und mit viel Wasser kalt auslaugen, so erhalten wir in die Fleischl alle löslichen Stoffe des Fleisches. Nach den Untersuchungen von Liebig lösen sich Weise von 1000 Theilen Ochsenfleisch 60 Theile auf, und zwar 29,5 Theile Albumin lösliche Salze und Extraktivstoffe, welche letztere allein in die heisse Fleischbrühe Vom Hühnerfleische lösen sich auf die gleiche Weise abgesehen von dem Albumin Stoffe, nämlich 33,0, sodass daraus die bessere Qualität der Hühnersuppe sich erklär günstigsten Falle könnte also das heisse Wasser aus dem Ochsenfleische nur 3 % a welche bei der heissbereiteten Fleischbrühe noch durch eine geringe Menge obenau mendes Fett und Leim vermehrt werden würde, welch letzterer aus der Umwa Bindegewebes — der leimgebenden Substanzen — hervorgeht. Je jünger das Thier weniger hat noch die Veränderung des Bindegewebes in elastisches Gewebe, Kochen nicht mehr in Leim übergeführt werden kann, Platz gegriffen; um so l wird also die Fleischbrühe sein. 1000 Theile ausgelaugtes Ochsenfleisch geben 6, 47,5 Theile trockenen Leim. Offenbar sind die verschiedenen Fleischbrühen von denen Fleischsorten im Leimgehalt sehr bedeutend verschieden.

Bei dem Sieden verliert das Fleisch sehr bedeutend an Gewicht, viel mehr als d der aufgelösten Stoffe beträgt. Ochsenfleisch verliert 15, Hammelfleisch 10, Hü 13,5 Procent an Gewicht durch das Kochen. Es ergiebt sich, dass der Wasser Fleisches bei dem Kochen sehr bedeutend vermindert wird. Wenn wir Fleisch erhitzen, so sehen wir es sehr bald sich mit Flüssigkeit beschlagen, welche si Untersuchung als Fleischflüssigkeit herausstellt. Es erinnert diese Beobachtung G. von Liebig beobachtete Ausscheidung von Muskelflüssigkeit, wenn sich der Mus Zeit in einer Kohlensäure-Atmosphäre befindet: Die todte Muskelmembran — S — verliert die Fähigkeit, ihren flüssigen Inhalt zurückzuhalten. Ein Pfund gekoch enthält also abgesehen von dem Verluste an löslichen Stoffen, da es wasserärmer mehr nährende Bestandtheile als ein Pfund rohes Fleisch.

Bringt man das Fleisch direkt in siedendes Wasser und lässt es darin einig wallen, so erhält man eine sehr schwache, wenig schmackhafte Fleischbrühe, de lichen Fleischstoffe bleiben fast alle durch die rasch entstandene Eiweisshülle ge

eische zurück, aber das Fleisch selbst bekommt einen bratenartigen Geschmack und ich vorzüglich saftig. Der Process des Bratens ist dem eben geschilderten ganz . Das Fleisch wird in Fett erhitzt, durch dessen hohe Temperatur sich sehr rasch ir die Flüssigkeit des Fleisches undurchdringliche Hülle bildet, welche durch das ein- ade Fett für die wässerige Flüssigkeit noch unwegsamer wird. Dadurch wird der Saft ollständig zurückgehalten, sodass das Fleisch saftig und zart bleibt. Es ist selbstver- ich, dass die Erhitzung des Bratens möglichst gleichmässig erfolgen muss; so ist die ndigkeit des Uebergiessens des Bratens mit heissem Fett zu verstehen, welches mög- asch und vollständig seine Oberfläche durch eine geronnene Eiweissschichte vor dem knen schützt.

e ganz falsche Ansicht findet sich über die Wirkung der Hitze verbreitet, der wir s zähe, ungeniessbare Stück Fleisch verdanken. Man glaubt, je grösser die Hitze, eicher müsste das Fleisch werden. Beinahe ebensowenig wie wir durch langes Sieden weich bekommen, ist dieses bei dem Fleische möglich. Durch die Siedehitze wird, wie geführt, die Fleischfaser nach und nach fest und hart, schliesslich hornartig, wovon leicht durch längeres Kochen von gehacktem Fleische überzeugen können.

Fleisch saftig gar zu bekommen, muss es einige Zeit auf einer Temperatur von 60°— lten werden. Bei grossen Fleischstücken regulirt sich die Temperatur von selbst. bachteten, dass ein eingestecktes Thermometer nicht über 70° im Innern des Stückes i längerem Braten oder Kochen steigt. Ein sichtbares Zeichen davon ist die noch Färbung des Fleischsaftes im Innern grosser Fleischstücke, welche beweist, dass die nicht auf 70° gestiegen ist, da schon bei 70° die Gerinnung des Blutalbumins und s vollkommen ist.

i dem Dämpfen des Fleisches, dem Kochen des Fleisches in Wasserdampf, wird rtragung der höheren Temperatur auf dasselbe dem Wasserdampfe überlassen.

ch beim Braten findet ein Gewichtsverlust Statt: Rindfleisch verliert 19, Hammel- m- 22, Hühnerfleisch 24% seines Gewichts.

präparate. — Gesammtfleisch. Wir haben in dem Fleische, wenn wir es als mittel betrachten, eine Mischung von eiweissartigen Stoffen, Fett, leimgebender und anorganischen Salzen, denen noch organische Extraktivstoffe beigemischt sind. r Milch ergaben sich eine Reihe von Zubereitungsmethoden, welche einzelne Be- der Mischung herausnahmen, um sie leichter konserviren und verwerthen zu Wir finden dasselbe bei dem Fleische. Um es leichter zu konserviren, wird ihm entzogen, wodurch es vor der Fäulniss sehr vollkommen geschützt wird. Diese ntziehung kann durch Trocknen des in dünne Streifen geschnittenen fettfreien s an der freien Luft geschehen, wie es die Indianerstämme Nordamerikas als Pem- n auf ihre Jagdzüge mit zu nehmen pflegen. Zur Konservirung des Fleisches wird es hermetisch in Blechbüchsen verschlossen und auf 100°C. erzitzt. Vielleicht könnte ckt) auch im Vacuum getrocknet werden.

icht so gründlich ist die Austrocknung durch das Räuchern, wobei die Produkte der destillation noch eine antiseptische, fäulnisswidrige Wirkung entfalten. Aehnlich ist es dem Einsalzen (Pökeln), wobei dem Fleische noch eine grosse Menge Wassers ent- n wird und das Salz das halbgetrocknete Fleisch vor Fäulniss schützt.

ie letztere Methode leidet an einem in die Augen springenden grossen Uebelstand. dem Einsalzen tritt Wasser aus dem Fleische zu dem Salze, mit ihm aber auch die ptmenge der in der Fleischflüssigkeit gelösten krystallinischen Körper und Eiweissstoffe. müssen also das gesalzene Fleisch von demselben Gesichtspunkt wie das gekochte für ntlich in seinem Werthe als Nahrungsmittel beeinträchtigt ansehen. Die Fleischeiweiss- behalten natürlich auch hier ihren Nahrungswerth an sich, aber sie bedürfen, um im nismus wieder zu Fleisch werden zu können, der Salze wieder, die vom Kochsalz gen wurden. Liebig hat vorgeschlagen, die Salzlake einzudampfen, bis das Kochsalz

herauskrystallisirt und die rückbleibende koncentrirte Fleischflüssigkeit zum F zu geniessen. Gewöhnlich findet man das Salzfleisch von einer weissen Kruste b rührt dieselbe daher, dass das zum Einsalzen verwendete Kochsalz auch Kalk- siasalze als Verunreinigung in sich enthält. Die Phosphorsäure des Fleischsaftes ihnen die bekannten unlöslichen Salze, welche sich auf dem Fleische niederschla wäre weniger zweckmässig, als diese weisse Kruste entfernen zu wollen, die de Zubereitung gesetzten Mangel wenigstens theilweise ausgleicht. Der Kaligehalt des fleisches sinkt von 37,79% der Asche durch Pökeln und Räuchern auf 5,30%, die säure von 44,47 auf 4,74; der Kaligehalt des Ochsenfleisches von 35,94 durch Ei 24,70, die Phosphorsäure von 34,36 auf 21,44% der Asche.

Fleischpräparate. — Fleisch-Eiweissstoffe. Die Fähigkeit eines Theiles d eiweissstoffe, sich in sehr verdünnter Säure zu lösen, veranlasste Liebig zur eines Fleischpräparates, welches die Hauptbestandtheile des Fleisches — Eiwe Salze — dem Organismus in gelöster, wie wir später noch näher erkennen wer halb verdauter Form zuführt und welches für Kranke, denen keine feste Nahru werden kann, den Fleischgenuss ersetzen soll. Dieser kalt bereitete Fleischaufg in den Arzneischatz aufgenommen. Es ist klar, dass man das zu einem vollkom rungsmittel noch Fehlende — z. B. Kohlehydrate — eben so in gelöster Form Fleischauszug noch zu reichen hat, da ja dem wässrigen Infuse kein Fett beige Zur Bereitung des Infuses — Infusum carnis frigide paratum Liebig — dem feinzerhackten Fleische eine sehr verdünnte (1 per mill = 3 Cc. rauchend auf 1000 Cc. Wasser) Salzsäure zu. Schon nach einer halben Stunde lässt sich in d keit, die man häufig umrührt, ein bedeutender Eiweissgehalt nachweisen. Nat das Infus kalt und ohne Salzzusatz genossen werden, durch Kochsalzzusatz fällt Theil des Albumins heraus. Der nicht eben angenehme Geschmack beeinträchti geren Fortgebrauch dieses Mittels manchmal bald. Nicht ganz sorgfältig bere Eiweisgehalt sehr gering, er kann unter 1% der Flüssigkeit sinken.

Etwas Aehnliches ist der »frisch ausgepresste Fleischsaft« (cf. Muskel).

Die Fleischextraktivstoffe und Salze enthält das auch vor allem empfohlene Extractum carnis, welches in letzter Zeit von Südamerika Partien in den Handel kommt. Das Fleischextrakt ist nichts anderes als ei senfleisch bereitete, eingedickte Fleischbrühe, welcher kein Leim beigemisch Fleischextrakt hält sich jahrelang auch unter der Einwirkung von Luft unverände kann daraus durch Verdünnung mit Wasser und etwas Kochsalzzusatz Fleisch jeder beliebigen Stärke herstellen.

Das Extrakt enthält vor allem die dem Organismus zur Bildung seines Flei lichen anorganischen Stoffe, Kali und Phosphorsäure, die zur Ernährung noth hören. Doch wird Niemand auf den Gedanken kommen können, dass sie allei sein könnten, die Ernährung zu unterhalten. Sie können dazu nur mitwirken, die übrigen nothwendigen Ernährungsbedingungen erfüllt sind, wenn dem Org weissstoffe und Fette oder an Stelle der letzteren Kohlehydrate in genügender M zeitig geboten werden. Die organischen Stoffe, welche in dem Fleischextrakte Salzen enthalten sind, werden im Sinne der kraftproducirenden Nahrungsstoffgru nährungsgesetze) wirksam werden können. Dem Gehalt des Extraktes an Kreati tinin scheint eine besondere Bedeutung zuzukommen. Aus C. Voit's Angaben er dass bei der Muskelaktion diese beiden Stoffe zum Zwecke der Krafterzeugung werden. Zum Theil gehen sie jedoch in den Harn über.

Unser Urtheil über den Nahrungswerth der Fleischbrühe und des gleichwerthi extraktes ist durchaus nicht gewillt, die Bedeutung dieser Stoffe, welche eine lan Erfahrung dem Gesunden wie dem Kranken gelehrt hat, irgendwie zu bezweif bemäkeln. Es steht fest in dem Bewusstsein jedes Arztes und jedes Deutschen, an dem Genusse der Fleischbrühsuppen täglich erquicken, dass dem Fleisch

Werth ebenso im Haushalte des Organismus als in unseren Haushaltungen zugeschrie-
rden müsse. Was giebt nach Ermüdung oder in krankhaften Schwächezuständen
räftigung und Stärkung als eine kräftige Fleischsuppe! Das Fleischextrakt, sagt PAR-
t, bietet im Gefolge eines Truppencorps den schwerverwundeten Soldaten ein Stär-
nittel dar, welches mit etwas Wein seine durch grossen Blutverlust geschwächten
augenblicklich hebt und ihn in den Stand setzt, den Transport in das nächste Hospital
agen. Selbstverständlich darf neben dem Extrakt andere konsistente Nahrung nicht
. Wir wissen aus den Untersuchungen von J. RANKE, KEMMERICH u. A., worauf abge-
von dem direkten Werth als Nahrungsmittel diese belebende Wirkung der Fleisch-
beruht. Es sind die Extraktivstoffe, die saueren, phosphorsaueren Salze, die sie in
rmer Menge enthält, so wie die Milchsäure und ihre saueren Salze, welche eine
belebende Wirkung in geringeren Dosen besitzen. Dazu kommt noch der angenehme
und Geschmack des Fleisches, der in Schwächezuständen gewöhnlich noch leb-
als angenehm empfunden wird als sonst. Wir haben in der Fleischbrühe nicht nur
hrungsmittel, sondern auch ein von der Natur selbst uns zubereitetes Nervenreiz-
Seine angenehmen, durch schädliche Nachwehen nicht belästigenden Wirkungen
n uns, dass es für den geschwächten Organismus kaum ein entsprechenderes Heil-
lebungsmittel geben kann. J. WEIDEL hat in der letzten Zeit im Fleischextrakt als
ten Bestandtheil einen dem Theobromin ganz nahe stehenden Stoff gefunden.

ere Betrachtungen räumen dem Salzgehalt in den Nahrungsmitteln eine sehr wich-
llung ein, nachdem wir nun wissen, dass derselbe wenigstens eine doppelte Funktion
rungsmittel und als Reizmittel zu erfüllen hat; besonders sind es die weitverbreite-
ueren, namentlich phosphorsaueren Salze, welche für uns an Bedeutung gewinnen.

der Milchmolke haben wir schon den Gedanken ausgesprochen, dass sie ihre stär-
Wirkung vielleicht ihrem Salzgehalt, der mit dem des Fleisches in qualitativer Be-
nahe übereinstimmt, verdanken könnte. Das Gleiche gilt von Bier, gutem Weine,
Pflanzensäften, Gemüsen, deren ungemeine Wirkung für die Erhaltung einer ge-
Ernährung auf Schiffen und in Gefangenenhäusern so deutlich hervortritt, indem ohne
Skorbut fast unvermeidlich ist.

macht darauf aufmerksam, dass die Salze sicher auch für den Verdauungsprocess
sam werden. Sie thuen dieses auch in einem indirekten Wege, indem sie durch
ihnen vermittelten Geschmacksreize und Reize der Magenschleimhaut, sowohl die
sonderung als die Absonderung des Magensaftes befördern. In erster Beziehung
besonders die schmeckbaren organischen Stoffe des Fleischextraktes wirksam.
sen wie stark unter ihrer Einwirkung bei dem Essen die Speichelsekretion eintritt;
Hungrigen beginnt sie schon in hohem Masse bei dem Riechen des Bratens, noch
die Lippen berührt haben.

ischpräparate. — Leim. Etwas ganz anderes als Fleischextrakt sind die sogenannten
llontafeln, die ihrer Hauptmasse nach aus Leim bestehen. In früherer Zeit suchte
den Werth der Fleischbrühe hauptsächlich in ihrem Leimgehalte; man stellte Gallert-
n dar, die viel reicher an Leim waren als die aus Fleisch dargestellten; durch Kochen
Knochen in verschlossenen Gefässen (PAPIN'schen Töpfen) bei erhöhter Dampfspannung.
iese Weise erhält man neben Fett 28% Gallerte (trockene). Man kann beide: Fleisch-
ktsuppe und Gallertsuppe, leicht dadurch unterscheiden, dass man sie bei 100° ein-
ft und den Rückstand mit Alkohol behandelt. Das Fleischextrakt soll sich zu 4/5 in
geist lösen, während von der Bouillontafel fast Nichts in Lösung geht.

er Gallertsuppe mit dem nöthigen Fleischzusatz genossen, kann ein Nahrungswerth
abgesprochen werden. Ebenso anderen aus Leim bestehenden Gerichten: den aus
füssen, Hausenblase dargestellten Gelatinen, den Kalbsfüssen selbst etc.

eischpräparate. — Fett. Das Fleisch (Ochsenfleisch), das vom Metzger geholt wird, ent-
m Grossen und Ganzen etwa 33% Fett.

Die Fette der verschiedenen zur Nahrung verwendeten Fleischsorten sind ähnlich zusammengesetzt.

Das Menschenfett, welches durch den Fettgenuss erzeugt werden soll, schmilzt bei 25⁰C. und ist aus den Glyceriden der Stearinsäure, Palmitinsäure und zusammengesetzt. Seine Elementaranalyse ergibt nach CHEVREUL:

C	79,00
H	11,42
O	9,58

Nach demselben Autor zeigen die anderen Fettsorten: Schweineschmalz, Ha genau die gleiche elementare Zusammensetzung, obwohl die Quantitäten ihrer Mi verschiedenen Fetten nicht harmoniren:

	Schweineschmalz:	Hammeltalg:
C	79,10	79,00
H	11,15	11,70
O	9,75	9,30

Hammeltalg und Rindstalg bestehen qualitativ aus den gleichen Glyceriden Menschenfett, doch überwiegen in beiden, noch mehr in dem zweiten, die festen F (Stearinsäure) weit über die Oelsäure. Das Schweineschmalz besteht fast nur au säure- und Oelsäure-Glycerid. Das Gänsefett ist quantitativ dem Menschenfett a sten zusammengesetzt.

Der Leberthran, zu unterscheiden von dem Fischthran, aus dem Fett fische und Robben bereitet, wird in neuerer Zeit als medicinisches Nahrungsmittel verwendet. Es wird aus den Lebern verschiedener Gadus-(Schellfisch-)arten: G. G. carbonarius, G. pollachius, G. Morrhua besonders in Norwegen dargestellt. D Leberthran wird durch freiwilliges Ausfliessen des Oels aus den aufgeschichteten lebern, der gelbe durch Auspressen und Auskochen gewonnen. Er besteht haupts Oelsäureglycerid, flüchtige Fettsäuren, Gallenstoffe, geringe Mengen: 0,05⁰/₀ Jod Unter seinen Mineralbestandtheilen findet sich phosphorsauerer Kalk, wodurch Knochenbildung wichtig werden kann.

Das Drüsengewebe der Thiere schliesst sich als Nahrungsmittel de direkt an, ebenso die Eier, Leber, Milz, Nieren, Gekröse etc., auch das Gehirn und mark. Das letztere ist besonders reich an Fett. Die specielle Zusammensetzung d findet sich bei ihrer physiologischen Betrachtung abgehandelt. Sie enthalten mehr niger Albuminate, Protagon oder Lecithin, Fette, Kohlehydrate (in der Leber die Substanz), phosphorsaueres Kali und andere wichtige Blutsalze, Wasser, specifisch theile, Extraktivstoffe. Ihre Zusammensetzung ist dem Fleische mehr oder wen Hier möge nur eine Tabelle über die mittlere Zusammensetzung der hauptsächlich rischen Nahrungsmittel nach der Zusammenstellung MOLESCHOTT's stehen.

Thierische Nahrungsmittel:

	Fleisch von			Leber der	
in 1000 Theilen:	Säugethieren	Vögeln	Fischen	Wirbelthiere	Hühnereier
Wasser	728,75	729,83	740,82	720,06	735,04
Albuminate	174,22	202,61	137,40	128,20	134,34
Collagen	31,59	14,00	43,88	37,38	—
Fett	37,45	19,46	45,97	35,04	116,27
Kohlehydrate	—	—	—	56,26	3,74
Extraktivstoffe	16,90	21,11	16,97		
Salze	11,39	12,99	14,96	14,06	10,51

Freiwillige Veränderungen des Fleisches. — In gesundheitlicher Beziehung ist die der Veränderungen wichtig, die das Fleisch freiwillig erleidet. Schon im lebenden T den sich wesentliche Schwankungen in der Zusammensetzung seines Muskelfleisch

chlich auf die Veränderung seines Wasser-, Salz-, Fett- und Extraktgehaltes beziehen. Ernährungswerth ist wichtig, dass das gemästete Fleisch sehr viel reicher an festen ist als das ungemästete, sodass der reale Werth des gemästeten Fleisches, durch geringeren Wassergehalt und gesteigerten Fettgehalt, den des mageren sehr bedeu- ertrifft. Z. B. mageres Schweinefleisch hatte nach meinen Bestimmungen 21,0% offe, ein fettes Stück von demselben Thier dagegen 22,2%. Die verschiedenen Mus- sselben Thieres zeigen eine Verschiedenheit in ihrem Wassergehalte. Bei Kaninchen- muskeln fand ich die festen Stoffe zu 23,9%, das Herz enthielt dagegen nur 21,6%. L. BISCHOFF differirt der Wassergehalt zwischen der Stammmuskulatur und dem Herzen n Menschen ebenfalls um mehrere Procente im gleichen Sinn wie bei den Kaninchen. isch gehetzter Thiere (Jagdthiere) soll ungesund sein. Ebenso das von Thieren, die chen Krankheiten gestorben sind. Der Leber des Eisbären werden giftige Eigen- n zugeschrieben. Ueber die Ursachen dieser Schädlichkeiten ist noch wenig Sicheres t. Die rasche Fäulniss des Fleisches, die nach Krankheiten eintritt, spielt in dem Fall sicher eine Hauptrolle.

h dem Tode des Thieres macht das Fleisch in analoger Weise, als wenn es vom getrennt ist, gewisse regelmässige Veränderungen durch. Zuerst verschwindet die e neutrale Reaktion des Fleisches und macht einer ansteigenden saueren Reaktion Das Myosin wird dadurch gefällt, das frisch sehr elastische, weich anzufühlende wird starr, fester (Todtenstarre). Es findet eine Aufnahme von Sauerstoff und Abgabe hlensäure statt. Auf der Höhe der Säurebildung ist das Fleisch für die Zubereitung chicktesten, da sich die leimgebenden Gewebe nun am leichtesten in Leim verwan- besonders ist diese Säuerung, die auch durch künstliche unterstützt werden kann, für isch des Wildes zur Zubereitung erforderlich. Durch die Einwirkung des Luftsauer- ildet sich, besonders rasch bei höheren Lufttemperaturen z. B. im Sommer, ein ober- her Fäulnissprocess, der mit Aufnahme von Sauerstoff, Abgabe von Kohlensäure und ff und mit Bildung ammoniakalischer, riechender Zersetzungsprodukte des Fleisches s Fettes einhergeht. Durch Kälte (Eis) kann dasselbe hintangehalten werden, ebenso ge Zeit durch Eintauchen des Fleisches in starken Alkohol. Endlich geht bei dem ritt dieser fauligen Zersetzung die sauere Reaktion des starren Fleisches von der che fortschreitend in eine alkalische über, die Starre, das Myosingerinnsel, löst sich, ch fühlt sich wieder weicher an. Hat sich dieser Zustand in höherem Masse aus- , so wird der Genuss des Fleisches und der Fleischspeisen schädlich. Besonders in von Würsten, Schwartenmagen etc. wird derartig schlechtes Fleisch noch häufiger , daher sind die Wirkungen »des Wurstgiftes« besonders bekannt. Die Giftigkeit rste tritt meist früher ein als die Fäulniss sich durch Geruch deutlicher kund gibt, i ähnlichen Giften, wie Leichengift, das sich auch in Thierleichen entwickeln kann, ebenso ist. Von Interesse ist eine Beobachtung in dieser Hinsicht, die ich u. A. an ten gemacht haben, welche nach oberbayrischer Sitte aus dem Darm, in den sie ewinnung der Form gefüllt wurden, nach der Anfertigung wieder herausgestrichen ur zur Konservirung der Form oberflächlich gesotten werden. Sie bestehen aus ge- tem Kalbfleisch (Wollwürste) und haben also fertig keine Darmhülle. Diese Würste nen nach ein bis zwei Tagen, bei mittlerer Temperatur aufbewahrt, zu leuchten mit starken phosphorescirenden Lichte. Ob diese Erscheinung mit dem aus der Herstel- stammenden Ueberzug von Darmschleim zusammenhängt, ist noch nicht konstatirt. em Fortschritt der Fäulniss, wobei sich die Oberfläche mit einer alkalischen schmie- Schichte überzieht, hört das Leuchten auf. Diese leuchtenden Würste werden ens noch, wie es scheint, meist ohne Schaden, gegessen.

s Wesen des Wurstgiftes ist noch nicht aufgeklärt. Vielfältig denkt man als Ursache dere pflanzliche Organismen, Pilze. In der neueren Zeit ist man darauf aufmerksam rden, dass mit Fällen, bei denen Wurstgift wirklich vorhanden ist, sich auch andere en, bei denen durch Wurst oder Fleisch (von Schweinen) Trichinen lebend in den

Körper in grosser Anzahl eingeführt werden, deren Wanderungen aus dem D durchbohren, in die Muskeln, in denen sie sich encystiren, mit einer Vergiftun selnde Erscheinungen hervorbringen.

Besonders durch das Schweinefleisch können auch Cysticerken (Finnen) i kanal eingeführt werden, die Anlass zur Bildung von Bandwürmern werden.

Durch Siedehitze werden diese Organismen getödtet, das Fleisch, da unschädlich.

Fig. 59.

Eingekapselte Trichine beim Menschen. *a* Muskelfäden; *b* Kapsel; *c* Wurm.

Zur Untersuchung des Fleisches. — Ueb oder alkalische Reaktion gibt eine Prüfung mit bla papier, das durch Säuren geröthet wird und ein Cu dessen gelbe Farbe durch Alkalien gebräunt wird, e schluss. Man drückt ein kleines Stückchen des auf s zu prüfenden Fleisches auf ein grösseres Stück des Re auf; es entsteht dann ein rother resp. brauner Fleck Lakmuspapier wird durch Alkalien gebläut, was für fast noch sicherere Resultate als mit Curcumapapier schrittene Fäulniss diagnosticirt das Geruchsorgan a bei oberflächlich riechendem Fleische sind oft die inne noch auf dem Maximum ihres Säuregehaltes; das gan noch gesund zu geniessen sein, da die Fäulnissprodu hitzen) Kochen zerstört werden. Bei eigentlicher Fäu Mikroskop die bei der Harnfäulniss zu beschreibe Fäulnissorganismen und die Sargdeckelformationen d saueren Ammoniakmagnesiakrystalle. Ueber Cysticerken und Trichinen g Mikroskop Aufschluss. (Fig. 59.)

Getreide und andere vegetabilische Nahrungsmittel.

Der Wilde ist im Stande von Fleisch allein, dem er nur noch Spe zusetzt, zu leben. Die Gesittung der Welt ist an die Kenntniss des (baues geknüpft. Dieser macht es möglich, dass auf einen verhä kleinen Raum zusammengedrängt eine bedeutende Anzahl von Bewohn ihren Lebensunterhalt zu finden vermag, während der Jäger jeden Fr das Jagdgebiet betritt, von dem er seine mühselig erkämpfte spärlic zieht, als seinen natürlichen Feind betrachten muss. Die Civilisation, geselligen Zustande der Menschen wurzelt, hat ihren letzten Grund gleichsweise mühelosen Art, mit welcher der Ackersmann im Verh Jäger nicht nur Nahrung für sich, sondern auch für andere, die ni Felde arbeiten, zu gewinnen vermag.

Diese Wahrheiten können unmöglich praktischer und einschlage stellt werden als in jener Rede eines nordamerikanischen Häuptlings, Crèvecoeur aufbewahrt hat, mit welcher jener seinem Stamme, den Mi Ackerbau räth:

»Seht ihr nicht, dass die Weissen von Körnern, wir aber von Fl Dass das Fleisch mehr als 30 Monate braucht, um heranzuwachsen u ist? Dass jedes jener wunderbaren Körner, die sie in die Erde str mehr als hundertfältig zurückgiebt? Dass das Fleisch, wovon wir Beine hat zum Entfliehen, wir aber deren nur zwei besitzen, um es Dass die Körner, da wo die weissen Männer sie hinsäen, bleiben un Dass der Winter, der für uns die Zeit unserer mühsamen Jagden, ih

ist? Darum haben sie so viele Kinder und leben länger als wir. Ich edem, der mich hören will, bevor die Cedern unseres Dorfes vor Alter gestorben sein, und die Ahornbäume des Thales aufhören, uns Zucker wird das Geschlecht der kleinen Kornsäer das Geschlecht der Fleisch-ilgt haben, sofern diese Jäger sich nicht entschliessen zu säen.« Ein welthistorisches Wort!

Grund, warum die Menschheit seit den ältesten Zeiten auf den Anbau r- und Hülsenfrüchte gekommen ist, scheint von physiologischer Seite , der zu sein, dass diese eingeschlossen in eine unlösliche, ungeniess- e eine Mischung von Nahrungsstoffen enthalten, welche in allen Bezie- er **Milch** sehr ähnlich ist. Wir finden hier die gleichen anorganischen e Salze des Blutes, vorwiegend Kali und Phosphorsäure, reichlich ge- it organischen Stoffen, welche theilweise der Gruppe der Albuminate, der Kohlehydrate und Fette angehört. Doch sind letztere nur in ge- nge vorhanden.

Hauptbestandtheile sind, wie uns aus der Zellenchemie schon bekannt , die **Pflanzeneiweissstoffe**, das **Stärkemehl** und die **Salze**.

sche Zusammensetzung. — Es bleiben uns noch die Aschenbestandtheile des Getreides chten. Nach Will und Fresenius enthält in 100 Theilen Asche

	rother Weizen:	weisser Weizen:
Kali	21,87	33,84
Natron	15,75	—
Kalk	1,93	3,09
Magnesia	9,60	13,54
Eisenoxyd	1,36	0,31
Phosphorsäure	49,36	49,21
Schwefelsäure	—	—
Kieselerde	0,15	—

Bend ist es, wie vollkommen in diesen Pflanzengeweben das eine Alkali das andere kann, wie die zweite der Tabellen lehrt, während bei den Thieren und ihren die einzelnen Alkalien so verschiedene Wirkungen hervorbringen.

hl, welches man aus den Getreidefrüchten bereitet, weicht je nach seiner grös- ler geringeren Reinheit an Kleie von der Zusammensetzung des Gesammtkornes ab. nd, dass die Pflanzeneiweissstoffe, der **Kleber** in den äusseren Theilen des Kornes rer Menge angehäuft seien, wie in den inneren, so dass also derjenige Antheil des welcher bei der Kleie bleibt, gerade der albuminreichste ist. Das Mehl in der Kleie is zur Hälfte mehr Eiweissubstanzen als das Mehl von dem Kerninnern. Es recht- ich daraus der Gebrauch einiger Gegenden, aus dem Gesammtmehl mit der Kleie d zu backen, wie es in Westphalen bei dem als Pumpernickel bekannten Brode t.

erschiedenen Getreidearten weichen bis zu einem gewissen Grade in der Zusam- ung von einander ab.

Theile trockenes Mehl enthalten

	Eiweissstoffe:	Stärkemehl:
Weizen	16,52 %	56,25 %
Roggen	11,92 ,,	60,91 ,,
Gerste	17,70 ,,	38,31 ,,
Mais	13,65 ,,	77,74 ,,
Reis	7,40 ,,	86,21 ,,
Buchweizen	6,88—10,5 %	65,05 ,,

Zur ärztlichen Mehluntersuchung. — Um Roggenmehl auf M prüfen, überschüttet man etwas von dem Mehle in eine Glasröhre (Probe gleichen Volum Essigäther, fügt ein wenig Oxalsäure hinzu und erhitzt v Minuten lang zum Kochen. Wenn Mutterkorn im Mehl vorhanden war, so dem Erkalten die über dem Mehl stehende Flüssigkeit mehr oder weniger rö (Böttger). —

Die Praxis hat seit lange den Buchweizen zu den Getreidefrüchten gez mische Analyse bestätigt dieses vollkommen, da sie besonders eine fast abso stimmung des Buchweizens mit dem Roggen bemerkt, die vor allem auch in d deutlich sich herausstellt.

Die Hülsenfrüchte stehen in ihrer Zusammensetzung den Getreideart sie enthalten auch Lecithin und Cholesterin. Es überwiegt bei ihnen der Geha stoffen ziemlich bedeutend. Diese werden hier mit dem Namen Legumin od Pflanzencaseïn bezeichnet. Es rührt dieser Name daher, dass sie sic der Milch analog verhalten.

Wenn man Erbsen, Bohnen oder Linsen, welche einige Zeit in lauem Wa waren, zu einem Brei zerreibt und diesen durchseiht, so bildet sich in der ab sigkeit, die schon dem Aussehen nach eine Aehnlichkeit mit Milch besitzt, ein satz, der aus Stärkemehl besteht; das Pflanzencaseïn bleibt gelöst. Die Auflö und nimmt leicht von selbst durch Milchsäurebildung wie die Milch eine sa an, die rasch zunimmt und das Caseïn gerinnen macht, so dass sich dies 24 Stunden ausgeschieden hat. Die Flüssigkeit gesteht dann zu einer zarte Masse. Man kann die Flüssigkeit ebenso wie die Milch durch Sieden vor d schützen, wobei gerade wie dort eine Haut auf der Oberfläche entsteht.

Pflanzenkäse. — Die Chinesen bereiten auf die angegebene Weise aus E wirklichen Käse, den sie Toa-foo nennen, und den man häufig auf den Canton verkaufen sieht. Er enthält natürlich auch noch Stärke neben dem P ist aber sonst ebenso gesalzen und zubereitet wie Käse.

Zucker, der in allen Getreidearten sich findet, kommt bei den Leguminosen der Zuckererbse nicht vor. Dagegen findet sich in ihnen wie im Getreide Gu und Fett, jener wachsartige Körper, der sich fast aus allen Pflanzentheilen gew

Nach den Analysen von Horsford und Krocker enthalten 100 Theile trocken

	Eiweissstoffen:	Stärkemehl:
Tischerbsen	28,02	38,81
Tischbohnen	28,54	37,50
Linsen . . .	29,31	40,00

Die Asche der Hülsenfrüchte zeigt einen geringeren Phosphorsäuregehalt deutendere Menge von Schwefelsäure als die Getreideasche und reichlich Chlor

Hier lassen sich die ächten Kastanien anschliessen, die verhältnissm weissreich sind, wenigstens reicher als die Kartoffeln; sie enthalten in 100 Th

Wasser . . .	53,71
Albuminate .	4,46
Kohlehydrate	39,44
Fette	0,87
Salze	1,52

Die Kartoffel unterscheidet sich von den bisher genannten Früchten nic nur besitzt sie einen weit höheren Wassergehalt als diese, wodurch ihr Nahr das gleiche Gewicht bedeutend herabgesetzt wird. Während der Wassergeh genannten Samen etwa 14 % beträgt, und nach den besten Untersuchunger höchstens 19 % schwankt, stellt sich der Wassergehalt der Kartoffel zwisch so dass sie demnach nur zwischen 19—30 % feste Theile enthält.

Zellen, aus welchen die Knolle der Kartoffel besteht, finden sich an den Wanden lkörnchen abgelagert; übrigens sind sie mit Flüssigkeit gefüllt, in welcher die ıltigen Bestandtheile gelöst sind: Eiweiss und eine Spur $^1/_{1000}$ eines nichtgiftigen baren Stoffes, der nach seinem Vorkommen im Sparchel den Namen Asparagin :r Saft der frischen Kartoffel ist sauer von Phosphorsäure, Salzsäure und Aepfelıwefelsäure fehlt in ihm. Die Zellenhüllen unterscheiden sich von der Zellensubolzfaser — der meisten übrigen Pflanzen dadurch, dass sie durch Kochen gallertig verdünnte Säuren in Zucker und Gummi verwandelt werden, so dass sie also mit rung beitragen können. In den Keimen der Kartoffeln entwickelt sich eine giftige Basis, das nicht krystallisirbare Solanin, welches in ungekeimten Kartoffeln ıden wird. Wenn Kartoffeln frieren, so zeigen sie sich nach dem Aufthauen zuckerüsser. Man muss die gefrorenen Kartoffeln, die ohne allen Schaden gegessen nnen, so lange sie nicht gefault sind, dadurch vor dem Welken und der Fäulniss dass man sie gefroren erhält, wenn man sie nicht sogleich verwenden kann. Der :ört die normale Struktur der Zellhüllen. Das Welkwerden kommt von einer rasch en Wasserverdunstung durch die Zellhüllen, die ihre Lebenseigenschaft: Wasser ıalten, verloren haben (ähnlich wie bei der Fleischfaser).

ırkegehalt der Kartoffeln schwankt zwischen 16% und 23% der frischen Kartoffel. weissgehalt beträgt etwa 2,5%.

ockene Substanz berechnet ergiebt sich der Eiweissgehalt etwa zu 8%, der ılt zu 70,8%.

Kartoffelasche wiegen die Alkalien vor: 60% Kali, dagegen tritt die Phosphorsäure %. Die Asche enthält Schwefelsäure 8%; da sie in dem Safte fehlt, so muss sie ›ei dem Verbrennen des Eiweisses der Kartoffel bilden. In 100 Theilen Kartoffell nach WAY:

Kali	46,96
Chlorkalium .	8,11
Chlornatrium	2,41
Magnesia . .	13,58
Kalk.	3,35
Phosphorsäure	11,91
Schwefelsäure	6,50
Kieselerde . . .	7,17

ische Betrachtungen. — Die Zubereitung der Feldfrüchte zum Genuss für den lässt sich nach denselben beiden Gesichtspunkten betrachten wie die Zubereitung besprochenen Nahrungsmittel. Auch hier will man entweder die ganze Frucht, : Natur darbietet, verwenden, oder nur einzelne Nahrungsbestandtheile derselben

:teren Sinne haben wir jene Käsebereitung aus Hülsenfrüchten schon besprochen. :hört auch die Stärkemehlgewinnung aus den Kartoffeln und Getreidesamen, ebenso auerei und Branntweinbrennerei aus Kartoffeln, bei welchen das Stärkemehl zuerst und dieser dann in Alkohol umgewandelt wird. Der Rückstand, welcher von der reitung in beiden Fällen bleibt, hat noch einen hohen Nahrungswerth. Es ent- Schlempe und die Trebern noch fast alle Eiweisskörper und einen Theil der stick- Bestandtheile, wodurch sie als Viehfutter einen hohen Werth behaupten.

– Wichtiger für unsere Betrachtung ist die Bereitung des Mehles zum Brode. d dabei das Mehl in eine chemische und physikalische Beschaffenheit übergeführt, ›owohl von den Kauwerkzeugen gehörig bearbeitet als auch von den Verdauungs ht verändert werden kann.

ıe Stärke ist an sich für den menschlichen Organismus kaum in grösseren Quantiaulich. Sie wird es aber durch die gleichzeitige Einwirkung von Hitze und Feuchelche sie in den gequollenen Zustand überführt. Während diese beiden Agentien

auf die Stärke einwirken, bleiben sie auch nicht ohne Einfluss auf die Eiwe Mehles. Diese fangen an sich zu zersetzen und als Fermente, als Gährungserreger Zucker zu wirken, welcher schon anfänglich in den Getreidesamen vorhanden ist im Mehle noch weiter erzeugt, wo er unter Umständen 3—4 Procent betragen kan rend also die Stärke löslich wird, geht gleichzeitig ein Process der Alkoholgäh Kohlensäureentwickelung in dem Teige vor sich.

Bei dem Backen des Brodes wird diese Alkoholgährung, welche schon an und im Teige, aber nur langsam erfolgt, durch künstliche Gährungsmittel, welche man gleichmässig dem Teige zumischt, in höherem Masse und gleichzeitig im ganzen geregt. Es wird dem Teige zu diesem Zwecke entweder Hefe oder Sauerteig letzterer ist ein Stück Teig, welches längere Zeit aufbewahrt, in starke Gährung gegangen ist. Als Sauerteig — er hat seinen Namen davon, dass die Gährung nicht Alkoholbildung stehen bleibt, sondern bald auch sauere Produkte: Milchsäure er wird von der letzten Brodbereitung immer ein Theil des Brodteiges aufgehoben. Da Lande zwischen dem Backen eine längere Zeit verläuft, wird er natürlich stärker giebt dadurch Veranlassung zu der gewöhnlich saueren Beschaffenheit des Landbro

Die Gasentwickelung bei der Gährung, welche man vor dem eigentlichen Backe in einem gewärmten Raume erfolgen lässt — Gehen des Teiges — hat vor alle mechanischen Zweck der Auflockerung. Der Brodteig wird so zäh gemacht, dass d entwickelnden Gasblasen in ihm nicht wie in einer Flüssigkeit an die Oberfläche können; sie bleiben an dem Ort ihrer Entstehung und dehnen sich hier bei Steiger Hitze aus. Daher erlangt das gute Brod seine lockere Beschaffenheit, die es vor dem gelungenen, speckigen als ein weit besser verdauliches Nahrungsmittel auszeichnet.

Bei dem gewöhnlichen schwarzen oder Roggenbrode wird dem Mehle nur noch W und Kochsalz zugesetzt neben dem Stückchen alten Mehlteig, der die Gährungser übernimmt. Bei dem Weissbrode aus Weizenmehl bestehend, wird die Gährung d Hefe hervorgerufen.

Nur den Kunstbackwerken werden noch Milch, Butter oder Eier zugesetzt, w natürlich ihr Nahrungswerth sehr gesteigert werden kann. Sie spielen aber im Ver zu den besprochenen Volksnahrungsmitteln: Schwarzbrod in Deutschland und B Weissbrod in England und Frankreich, eine nur verschwindende Rolle.

Bei dem Backen wird das Brod durch eine harte Kruste vor dem allzustarken Ver des Wassers geschützt. Diese Kruste, welche die Einwirkung der Hitze im höchsten erfahren hat, ist zum Theil durch Röstung zersetzt, ein Theil ist in Stärkegummi, Theile noch weiter verändert. Die gebildeten Zersetzungsprodukte gehören wesentl Wohlgeschmack des Brodes. Auch die Zuckerbildung geht während des Backens im noch fort, so dass z. B. die gebackenen Semmeln mehr Zucker enthalten als der ungeb Teig, da die in heissem Wasser gequollene Stärke beim Erhitzen sich in Stärkegumm Zucker verwandelt, was durch verdünnte Säuren noch beschleunigt werden kann.

Stärkemehl. — Es ist hier noch zu erwähnen, dass das Stärkemehl der versch sten Früchte in der chemischen Zusammensetzung identisch ist. Das Kartoffelstärk (Fig. 60) unterscheidet sich chemisch nicht von dem Arrowroot (Pfeilwurzelstärke ebensowenig von der Sago-Stärke aus dem Marke der Palmen, oder von der Stärke des dischen Mooses. Die Gestalt der Stärkekörnchen zeigt wie ihre Grösse bei den verschie Pflanzensorten Verschiedenheiten. Das Kartoffelstärkemehl des Handels ist eine seh Substanz, welcher fast alle verunreinigenden Beimischungen fehlen: es enthält ein von mineralischen Stoffen, besonders phosphorsauere Salze, und eine ganz kleine eines wachsartigen Pflanzenfettes etwa 0,5 pro mill.

Zucker. — Ueber den Zucker als Nahrungsstoff bedarf es hier keiner weitere einandersetzungen mehr, da wir das Nöthige schon bei der Besprechung des Zellen mus beigebracht haben.

stens für Pflanzenfresser ist auch die Cellulose, Holzfaser in ziemlichem Masse ., wie Häubner u. v. A. fanden. Für den Menschen scheinen nur die zartesten onen (z. B. in den Kartoffeln) verdaulich

Fig. 60.



Stärkekörner aus einer Kartoffelknolle (800). A ein älteres einfaches Korn; B ein halb zusammengesetztes Korn; C, D ganz zusammengesetzte Körner; E ein älteres Korn, dessen Kern sich getheilt hat; a ein sehr junges Korn; b ein älteres, c noch älter mit getheiltem Kern.

. — Der Zucker wird ausser als Gewürz- neben Stärkemehl auch in den Gemüsen tsorten in ziemlicher Menge genossen. ungsgehalt des Obstes besteht zum über n Theile aus Zucker, der gemischt mit ver- n organischen Säuren demselben den spe- Geschmack ertheilt. Als Beispiel kann die der Pflaumen dienen: sie enthalten bei assergehalt von 71,1% also nur 28,9% fe, von den 24,81% Zucker sind. 2,06% mi und 1,11% Cellulose. Die organischen achen etwa 1/2, die Eiweissstoffe 1/4 Pro- . Ihre Salze sind die uns bekannten Blut- as Erquickende und Erfrischende, was ss der meisten Früchte hat, sowie die Resultate auf die Ernährung, namentlich r, muss dieser glücklichen Mischung ihrer heile zugeschrieben werden; ein wesent- heil fällt dabei auf die Säuren und Salze. s enthalten Citronen in ihrem Safte sehr die Kalisalze, die zur Organbildung un- h sind. Hier reihen sich die zuckerreichen ben Pflanzensäfte an.

ne Gemüse. — Wichtig ist die auch ungsmittel dienende Runkelrübe, welche och weiteres Interesse darbietet, weil aus Rübenzucker bereitet wird, welcher den ucker bei uns fast vollkommen verdrängt. Horsford und Krocker enthält die Run- e in 100 Theilen:

	frisch	trocken
Eiweissartige Körper . .	2,04 —	11,5
Zucker	12,16 —	68,8
Cellulose und die übrigen stickstofffreien Körper	2,56 —	14,7
Mineralische Substanzen	0,89 —	5,0
Wasser	82,25 —	—
	100,00	100,0

	Gelbe Rüben	Kohlrabi	Blumenkohl	Gurken
Wasser	85,31	80,00	81,89	97,14
Albuminate	1,55	2,00	0,50	0,13
Kohlehydrate . . .	13,34	17,00	1,80	2,62
Extraktivstoffe . .	0,04	—	—	0,04
Fette	0,25	0,30	—	—
Salze	1,52	5,00 !	0,76	—

der Asche sind 70—80 Procent auflöslich und bestehen aus kohlensauerem, schwefel- , salzsauerem und phosphorsauerem Kali und Natron; Kali und Phosphorsäure

überwiegen. Der im Wasser unlösliche Theil besteht aus kohlensauerem und pho
rem Kalk und Bittererde, aus Eisenoxyd und Kieselerde.

Bei den grünen Pflanzen ist der Salzgehalt sehr bedeutend und wir sehen, d
standtheile desselben mit den Blutsalzen vollkommen übereinstimmen. Ihre hohe
wird dadurch erklärlich, die sie besonders dann erhalten, wenn, wie auf langen
das als Nahrung dienende Fleisch gesalzen ist, die Blutsalze ihm also entzogen
Heilung des aus dem Salzfleischgenuss resultirenden Krankheitszustandes: des
gelingt leicht durch Zusatz von Gemüse zur Nahrung, dem man freilich nicht,
deutschen Küchen so häufig geschieht, durch vorheriges Kochen und Wegsc
Kochwassers den Hauptgehalt an Nahrungsstoffen — nämlich fast alle lösli
standtheile: Salze, Zucker etc., entziehen darf. Wir entnehmen v. Ge
folgende Tabelle über die Gemüseasche:

	gelbe Rübe	weisse Rübe	Weisskraut	Rosenkohl	Sparg
Kali	37,55	48,56	48,32	17,05	22,8
Natron	12,63	—	—	—	2,2
Chlorkalium . . .	—	—	9,33	8,63	—
Chlornatrium . . .	4,91	5,44	—	—	7,9
Magnesia	3,78	2,26	3,74	15,09	6,3
Kalk	9,76	6,73	12,64	25,88	15,9
Eisenoxyd	0,74	0,66	—	2,86	5,1
Phosphorsäure . .	8,37	7,65	15,99	23,91	18,3
Schwefelsäure . .	6,34	12,86	8,30	—	7,3
Kieselerde	0,76	0,96	0,40	6,58	12,5
Kohlensäure . . .	15,15	14,82	—	—	—

Pflanzensäfte finden als Heilnahrungsmittel passend Verwendung.

Die Konservirungsmethoden des frischen Gemüses in hermetisch verschloss
büchsen gewinnt für die oben angeführten Fälle eine hohe Gesundheits-Bedeutu

Der Mensch isst alle die genannten Nahrungsstoffe und Nahrungsmittel ni
sondern zu Gerichten gemischt.

»Geleitet durch den beinahe zum Bewusstsein gelangten Instinkt, den w
Führer, und durch den Geschmack, den Wächter der Gesundheit, ist der erfahr
Beziehung auf die Wahl, Zusammenstellung und Zubereitung der Speisen und i
anderfolge zu Errungenschaften gelangt, welche Alles übertreffen, was Chemie
logie in Beziehung auf die Ernährungslehre geleistet haben. In der Suppe und
saucen ahmt er den Magensaft nach, und in dem Käse, womit er den Magen sch
stützt er die Wirkung des auflösenden Magenepitheliums. Die mit Speisen b
erscheint dem Beobachter gleich einer Maschine, deren Theile harmonisch zusa
und so geordnet sind, dass damit, wenn sie in Thätigkeit gesetzt sind, ein M
Wirkung hervorgebracht werden könnte.« (Liebig).

Freiwillige Veränderungen der vegetabilischen Nahrungsmittel. — Wie alle fe
nischen Stoffe unterliegen auch die vegetabilischen Nahrungsmittel der Ein
Luftsauerstoffs, der besonders bei den wasser- und eiweiss- und zuckerreic
tern derselben wie Fruchtsäften bald zu wesentlichen Veränderungen führ
und Essigsäuregährungen treten ein, die sich leicht dem Geschmack verrathe
Früchten geht einige Zeit noch der Vorgang des »Nachreifens« fort, die Pf
verschwinden und es treten reichlicher Zucker und Stärkemehl auf. Verlet
und faulen sie. Ueber die Veränderungen der Kartoffeln durch Keimen und F
schon oben das Nöthige beigebracht. Das Frieren bringt bei Früchten und
gleiche Wirkung wie bei den Kartoffeln hervor, nach dem Aufthauen welken u
rasch aus den angegebenen Gründen. Das feuchte Brod erleidet analoge Ve

anderen vegetabilischen Stoffe; es bilden sich oft rasch reiche Pilzvegetationen nel), meist aber schützt es Vertrocknung vor weitergehender Zerstörung.
ädliche Wirkungen bringen diese freiwilligen Veränderungen nur in untergetem Grade hervor, im Allgemeinen hat man sich vor allem Verdorbenen zu hüten. ädlichkeit des unreifen Obstes ist in ihren Ursachen und Wirkungen allgemein be- überhaupt zeigt sich das Uebermass des Genusses auch von reifem Obst wie alles ass schädlich, wie die Erfahrungen der Militärärzte aus dem deutch-französischen (1870—71) über den Genuss auch gereifter Trauben beweisen, während bekanntlich her Traubengenuss als Traubenkur vielfach sich schon hygieinisch bewährt hat. i alleinigem Genuss von Früchten die Allgemein-Ernährung nothleiden muss, geht r relativ geringen Menge von Albuminaten und Kohlehydraten hervor, welche wir eine anscheinend beträchtliche und den Magen füllende Quantität einführen. Sie n ja der Hauptmasse nach aus Wasser. Der Genuss der Leguminosen, saueren, zen Brodes, überhaupt reichlicher trockener Pflanzenstoffe ruft eine reichliche Entang von Darmgasen hervor. Man schreibt vegetabilischen Stoffen specifische ungen auf gewisse Organe zu. Der reichliche Salzgehalt wird bei Früchten etc. rnausscheidung steigern können, einige der aufgenommenen organischen Stoffe in den Harn über cf. abnorme Harnbestandtheile). Nach dem Genuss von orga- Substanzen, die reich an oxalsaueren Salzen sind (z. B. Sauerampher), wird ure als oxalsauerer Kalk im Harn ausgeschieden, was zur Bildung von Harnkonkre- Veranlassung geben könnte. Die organischen Nährsubstanzen, die scharfe äthe- Oele enthalten, sollen den Geschlechtstrieb anregen. Man hat dafür den Spargel, llauch, Sellerie etc. wohl in fälschlichem Verdacht.
r Untersuchung chemischer Art (Ueber Mutterkorn cf. oben S. 166) findet hier der elten Veranlassung. Der Unterschied der verschiedenen Stärkesorten, der mehr tech- sch als physiologisch und hygieinisch von Wichtigkeit ist, wird mit dem Mikroskop t. Gut ausgekochte Kartoffelstärke ist, wie die LIEBIG'sche Kindersuppe lehrt se), für Kinder und Leute mit schwacher Verdauung vollkommen zuträglich. Der g der anderen Stärkesorten beruht vor allem in der Leichtigkeit, mit der sie bei der rischen Zubereitung die fur ihre Benutzung als Nahrungsmittel nöthigen Veränderun- fahren.
r allem wichtig sind die Beimischungen **metallischer Stoffe** zu den Nahrungsmitteln, r Gesundheit schädlich sind. Die metallischen Stoffe, die hier in Frage kommen, Blei, Kupfer, Zink, Zinn, Eisen. Das letztere ist in seinen Verbindungen sehr un- ich, ebenso das Zinn, während die Einverleibung der drei ersteren deutlich mit eiligen Folgen für die Gesundheit verknüpft sind. Besonders durch **Kochgeschirre** n die Metalle verschleppt. Die Glasur irdener Geschirre ist bleihaltig und wenn sie schlecht aufgebrannt ist und absplittert oder sich chemisch ablöst, Veranlas- u Bleierkrankungen geben. Die Zinngeschirre sind meist ebenfalls mit Blei legirt und n durch Aufbewahren sauerer Substanzen in ihnen diesen einen Gehalt an Blei mit- . Zinkgeschirre kommen seltener im Gebrauch vor, es ist bei Milch und Wasser auf die daraus entspringenden Gefahren aufmerksam gemacht worden. Doch steht nk mit Kupfer legirt als Messing in vielfältigem Gebrauch, ebenso Geschirre aus reinem . Alle saueren Flüssigkeiten, z. B. Fruchtsäfte, lösen das Kupfer und Zink in ziem- Menge auf und geben dadurch Veranlassung zur Einführung dieser schädlichen Me- den Organismus, mit allen daraus entspringenden schädlichen Folgen.
n den angeführten metallischen Giften ist den Aerzten das Blei am bekanntesten, da specifischen Einwirkungen, Bleikolik und Bleilähmung, sich bei Individuen, die viel lei in Bleifabriken oder mit Bleifarben (Maler, Anstreicher und Farbenbereiter) oder suren (Töpfer) zu thun haben, sich häufig zeigen und so charakteristisch sind, dass um verkannt werden können. Doch sind in der letzten Zeit manche Fälle bekannt den, welche zeigen, wie häufig auch bei anderen als den genannten besonders aus-

gesetzten Beschäftigungen Bleivergiftung die Ursache chronischer Erkrankunge
Anfänglich machen sich die Symptome der Bleivergiftung nicht geltend, erst
das Gift selbst oder durch andere Ursachen eine Funktionsbehinderung der Nie
sodass die Ausscheidung des Bleies durch den Harn sistirt, sehen wir erstere
treten. In derartigen Nierenstörungen scheint (Traube) öfters der Grund für
bedrohlicher Symptome zu liegen, die sonst sich nicht geltend machen, der Arzt
mit starkwirkenden Arzneimitteln bei Patienten mit Nierenleiden besonders vo
müssen. Um einige Beispiele anzuführen, so hat man beobachtet, dass unabsic
vergiftung eintrat nach Gebrauch von in Staniol (bleihaltig) verpacktem Sch
östreichischen Fabrikats, sogenanntem Albanier. Die Rosshaare werden mit
was, sowie die Verarbeitung solcher schlechtgefärbter Fabrikate, Veranlassung z
gegeben hat (Hitzig). Archambault macht darauf aufmerksam, dass Bleiintoxi
Arbeiterinnen beobachtet werden durch das Sieben eines Pulvers von Bleisili
als isolirender Ueberzug eiserner Haken bei der Telegraphie benutzt wird. Gr
beobachtete Bleivergiftung bei einem Manne, der zur Verfertigung von Mant
schwarzes, stark bleihaltiges Glanztuch verwendete. In grösserem Massst
Intoxikationen vor, wenn Blei in grösserer Quantität Nahrungsmitteln beigen
Der Zusatz von Schrot zu Wein macht diesen zwar süsser (Bleizucker) aber du
Arsenik giftig, auch das Reinigen der Weinflaschen mit Schrot giebt dem Wein
an diesen giftigen Stoffen. Eine sehr belehrende Beobachtung machten in Be
Bleivergiftung Maunoury und Salman. In mehreren Dörfern der Umgegend v
verbreitete sich im Oktober 1861 bis zum März 1862 sehr schnell eine Krankh
Symptomen der Bleivergiftung, die in 6 Gemeinden über 300 Personen ergriff, d
sich wieder dauernd zu erholen vermochten, 15—20 starben. Nur Säuglinge
schont. Nachfrage von Haus zu Haus ergab, dass alle erkrankten Familien ihr
aus derselben Mühle bezogen, deren Mühlsteine als Vergiftungsursache sich
ten. An den mahlenden Flächen der Mühlsteine befinden sich je nach ihrer Q
oder weniger zahlreiche, grössere oder kleinere grubige Vertiefungen, welche zu
der Steine ausgefüllt werden müssen. Der Müller hatte zur Ausfüllung meta
benutzt, welches durch die Bewegung der Steine abgerieben dem Mehl sich beim
dieses Blei im metallischen Zustand und als kohlensaueres und essigsaueres Salz
zwar 10 Milligramm Blei im Kilogramm Mehl. Nach Beseitigung des Bleies i
erlosch die Krankheit. In dieser Weise wurden in der Folge noch einige Bleive
demien von Mühlen ausgehend in Frankreich beobachtet, ältere unerkannte Epide
sich auf diese Ursache zurückführen. Didierjean, Besitzer einer Menigefabrik,
Beobachtung, dass reichlicher Milchgenuss (1 Liter pro Tag), zu dem er se
nach zufälliger Bemerkung ihrer günstigen Wirkung verpflichtete, als ein pr
servativ gegen Bleivergiftung wirke.

Das Kupfer wird in seinen giftigen Wirkungen in kleiner Dosis von erfahre
behauptet, andere bezweifeln sie ebenso sicher. Man behauptet sogar Immunitat
arbeiter gegen Cholera, der Grünspanarbeiterinnen gegen Chlorose. Gewiss
Grünspan (essigsaueres Kupfer) in bestimmter Dosis als Gift angesehen werden
Höhe der Dosis lässt sich jedoch wegen des stets eintretenden Erbrechens kaum
stellen. Abgesehen von örtlich irritirenden Wirkungen auf Augen und Kehlkopf
sollen nach G. Pécholier und C. Saintpierre die Arbeiter in den Grünspanfabri
partements de l'Herault und de l'Aude keinerlei Beschwerden zeigen, sodass
die tägliche langsame Absorption keinen Schaden bringen soll. Mit den gebra
kupferhaltigen Weintreberresten werden Kaninchen und Geflügel gemästet. B
u. v. A. behaupteten sogar, dass Kupfer ein normaler Organbestandtheil der P
Thiere sei, Lossen zeigte aber wie misstrauisch man gegen solche Angaben sein
nicht kupferhaltige Apparate: Löthrohr, Gasbrenner bei der Untersuchung ver
den. Englische Aerzte, z. B. Clapton, behaupten, chronische Intoxikation nac

enuss kupferhaltiger Getränke (die sauer in Kupfer gestanden hatten), bei Kupfer-
sden und durch Kupferfarben. Der Schweiss werde dabei bläulich grün (?). Zur
ıg von Mixtpickels und Spinat wird eine Kupfermünze mit gekocht. Der grüne Thee
durch Grünspan gefärbt.

ır Bleinachweis wird bei schlechter bleihaltiger Glasur, welche an Säuren Blei
t, dadurch geführt, dass man in das zu prüfende Geschirr guten Essig giesst (von
$^{0}/_{0}$ wasserfreier Essigsäure). Nach 24 Stunden wird der Essig, der den Boden des
es 1—2 Zoll zu bedecken hat, abgegossen, das Geschirr dann noch zum zweiten- und
mal mit Essig in derselben Weise gefüllt. Jede Portion wird dann dadurch auf Blei
t, dass man »Schwefelwasserstoffwasser« zumischt, wobei eine starke schwarze Trü-
ebst schwarzem flockigen Niederschlag von »Schwefelblei« die Gegenwart des Bleies
t. Dieser schwarze Niederschlag ist in der ersten Essigportion am stärksten, in der
meist schon so schwach, dass nur noch eine bräunliche Färbung und Trübung zu
ken ist. Durch mehrmaliges Auskochen der neuen Geschirre mit Essig (der dann weg-
ttet wird), ist daher alle Gefahr der Bleiabgabe der Geschirre auch an saueren Speisen
ben, die Geschirre vollkommen gut gebrannten gleich. Essig, Sauerkraut, Pflanzen-
anderer Art überhaupt sauere Speisen können aus diesen Glasuren eine Beimischung
i erhalten, aber Milch, Kaffee, Fleischbrühe, Suppen ziehen kein Blei aus (L. A.
). Auch wenn Säuren in bleihaltigen Gefässen gekocht werden, so wird bei gleich-
r Anwesenheit von Eiweissstoffen, z. B. Fleisch, das Blei an Albuminate zu unlös-
Verbindungen gebunden, welche ohne weitere Veränderung durch den Körper hin-
gehen (BUCHNER) und keine Veranlassung zu Vergiftungen geben. Daraus würde sich
atsache erklären, dass von Seite der Aerzte keine durch Bleiglasur herbeigeführte
nkheit berichtet wird, wie auch selbst TANQUEREL DES PLANCHES in seinem Werk über
nkheiten (deutsch Quedlinburg 1842) unter 2165 Beobachtungen keine Erkrankung
e von Bleiglasur anführt. Besonders für die Ernährung kleiner Kinder hat man sich
nur gut gebrannter Geschirre, die vorher dreimal mit Essig ausgekocht wurden, zu
en. Für Erwachsene besteht keine ernstliche Gefahr, da nach TARDIEU erst 480—960
0—60 Gramm) einen Erwachsenen tödten, während z. B. BUCHNER im $^{1}/_{10}$ Liter Essig
lecht glasirten Geschirren nur $^{1}/_{3}$—3 Gran Blei fand. Nur wenn Jemand längere Zeit
echt glasirten Töpfen gestandenen Essig in grosser Menge trinken würde, könnte man
iftungszufälle aus dieser Ursache denken.

Die Genussmittel.

gieinische und physiologische Betrachtungen. — Ausser den eigentlichen Nah-
nitteln werden vom Menschen noch eine Reihe von Substanzen und Stoffen
ommen, deren Werth für den Organersatz und die Kraftproduktion des
smus nicht so direkt in die Augen fällt, wie bei den bisher genannten.
anz mit Recht, weil keine scharfe, principielle Scheidung möglich ist, hat
e betreffenden Stoffe als Genussmittel (v. BIBRA) von den eigentlichen
ıngsmitteln getrennt: Kaffee, Thee, Chokolade, Tabak, Spirituosen.

r Preis eines zur Ernährung verwendeten Stoffes steht in ganz genauem
nisse zu dem Nahrungswerth desselben. Was dem einzelnen Konsumenten
nnt sein mag, das regelt die Erfahrung der Gesammtheit in überraschend
r Weise (LIEBIG).

enn wir den Genussmitteln einen eigentlichen Werth als Nahrungsmittel,
meist geschieht, absprechen, so ist es verwunderlich, dass ein so hoher

Preis für sie nicht etwa nur von den Reichen, sondern auch von den Ar
zahlt wird. Der geringste Taglohn wird ja wenigstens in zwei Theile g
von denen der eine zu Kartoffeln, der andere zu Kaffee verwendet w
gerade den Armen sehen wir mit besonderer Vorliebe neben seiner sp
den täglichen Verbrauch an Kräften nicht oder kaum ersetzenden Nahru
Genusssmittel, wenigstens Kaffee oder Branntwein, geniessen.

Es wäre vollkommen falsch, wenn wir annehmen würden, dass d
derselben, der mit verhältnissmässig so grossen Opfern für den Armen
ist, allein auf dem Wunsche, etwas Angenehmes zu essen, beruhte. Di
hat, auf tausendjährige Erfahrungen gestützt, die wohlfeilste Ernährun
mit Hülfe deren bei dem geringsten Aufwande an Nahrungsmaterial di
Kraftproduktion möglich ist. Daraus schon geht hervor, dass die Gen
für das Wohlbefinden und die Arbeitsfähigkeit des Individuum
grössten Bedeutung sind.

Wenn wir sie chemisch und physiologisch untersuchen, so finde
ihnen eine in die Augen springende Uebereinstimmung. Sie enthalten
oder weniger physiologische Nervenreize, welche ein aus Arbeit hervorg
Schwächegefühl der Nerven und Muskeln zu vertreiben geeignet sind.

Wir haben in der Fleischbrühe, dem Fleischextrakte ein derartig
gungsmittel erkannt, welches die Natur uns selbst liefert. Der Arme,
kein Fleisch als tägliche Nahrung zu bestreiten vermag, hilft sich mit j
nussmitteln, welche in überraschender Weise in ihren physiologischen W
den Fleischsaft zu ersetzen vermögen.

So sehen wir Bevölkerungen bei einer Nahrung aus Kartoffeln,
sich kaum zum Wiederersatz des Stoffverbrauches durch Arbeit genüge
durch Kaffeezusatz sich arbeitsfähig erhalten.

Das Hunger- und Schwächegefühl durch unzureichende Nahrung w
den Branntweingenuss vertrieben, so dass die Arbeit fortgesetzt zu we
mag, welche sonst das Gefühl der Ermüdung unterbrechen würde.

In dem thierischen und menschlichen Organismus ist eine bedeute
Arbeit zersetzbare Stoffmenge aufgespeichert. Die Natur hat den Verbrau
Stoffe nur bis zu einem gewissen, geringen Grade der Willkür des Men
heimgegeben. Lange ehe die Zersetzung einen höheren Grad erreicht h
durch den veränderten Chemismus der Bewegungsorgane Hemmungen
wegungsmöglichkeit ein, die sich subjektiv als Ermüdung: zuerst Unl
Unfähigkeit zur Arbeitsleistung zu erkennen geben. Dieses Ermüdungsge
durch die Genussmittel in seinen Anfängen beseitigt, so dass die Arbeit,
den mit Stoffverbrauch, fortgesetzt werden kann über die von der Natur
Grenze hinaus, jenseits deren sie Erholung durch Ruhe und Wieder
verbrauchten Körperstoffes durch Nahrung verlangt. Die Genussmit
danach auch einen Werth für die Konsumenten, der sich in Geld, dem
dienst ermöglicht durch Beseitigung des Ermüdungsgefühles, ausdrüc
In neuester Zeit hat man darauf aufmerksam gemacht (J. Ranke), dass
Einwirkung der Genussmittel, namentlich des Kaffee's (Kaffeïns), eine
rung der Blutvertheilung im Organismus eintritt, die den zur mechani
beit erforderlichen Organen, Muskeln und Nerven mehr Blut und damit

zeugung dienliches Material zuführt, sodass bei relativ gesteigerter Ernäh-
er Arbeitsorgane die Arbeitsfähigkeit zunehmen muss. Durch gesteigerte
ation in den Arbeitsorganen werden auch die »ermüdenden Stoffe«, welche
beitsfähigkeit herabsetzen und endlich vernichten, rascher entfernt und
adurch die Arbeitsfähigkeit gesteigert.

n sich haben sonach diese Stoffe, abgesehen von Nebenwirkungen, bei
em Genusse nichts Schädliches. Sie werden erst dadurch schädlich und
oll, wenn der durch sie ermöglichte gesteigerte Kräfte- und Stoffverbrauch
urch entsprechende Nahrungssteigerung wieder ersetzt wird. Dem Armen,
ne Arbeitsfähigkeit durch Branntwein steigert, ohne den dadurch gesetzten
wieder ausgleichen zu können, wird das Genussmittel zum Gifte. Es
ihm längere Zeit von seinem Kraftvorrath, gleichsam vom Kapitale selbst
en, während die Natur ihn normaler Weise nur auf den Zinsengenuss des-
beschränkt halten will (Liebig), nämlich auf den Verbrauch des kleinen
theiles, dessen Zersetzung hinreicht, die Chemie des Muskels soweit zu
ern, dass er objektiv ermüdet.

n solcher Mensch ist in Wahrheit ein Hungernder. Die Abmagerung und
gkeit, welche letztere nur durch fortgesetzten Branntweingenuss momen-
oben werden kann, jene unbehagliche, leidenschaftliche Stimmung, welche
atsverwaltung als einen festen Faktor in ihre politischen Berechnungen
ühren hat, sind Symptome des Hungers.

ie chemische Zusammensetzung der verschiedenen Genuss-
l zeigt eine grosse Uebereinstimmuug. Sie lassen sich nach zwei Gruppen
n.

ie erste Gruppe ist diejenige, welche, ganz der Fleischbrühe analog
1), stickstoffhaltige organische Basen enthält, welchen die Hauptwirkung
hrieben werden muss. Es gehören hierher die warmen Volksgetränke, in
hland der Kaffee, in England der Thee. Sie enthalten den gleichen wirk-
Stoff, das Theïn oder Kaffeïn. Die Cacaobohnen den sehr nahe ver-
n Körper: das Theobromin.

ch ihren Eigenschaften gehören diese Stoffe zu der Klasse der organischen
, welche einen grösseren oder geringeren Einfluss auf das Nervensystem,
skeln und die Blutcirkulation ausüben. Nach ihren Wirkungen in eine Reihe
et, welche mit den organischen Basen der Fleischbrühe und mit dem Theïn
Theobromin beginnt, wirken die Endglieder derselben, das Strychnin,
in als die furchtbarsten Gifte. Das Chinin, mehr in der Mitte stehend,
e geschätzteste Arzenei; die Bestandtheile des Opiums sind in kleinen Gaben
eien, in grösseren Gifte. Der Tabak enthält eine sehr giftige organische, nicht
llisirbare Basis: das Nicotin.

Bei dem Thee und Kaffee als Getränken kommen auch noch die nicht unbe-
nden Mengen anorganischer Stoffe in Betracht, welche in den Aufguss
Absud eingehen. Es geben 100 Gewichtstheile Theeblätter (Souchong) mit
dem Wasser ausgezogen 15,536 Gewichtstheile trocknen Extrakt, worin
Theile Asche = 19,69% des Extraktes sich finden. 100 Gewichtstheile ge-
e Kaffeebohnen lieferten mit Wasser ausgekocht 21,52 Theile Extrakt mit
Theilen Asche 16,6% des Extraktes. Der Theeaufguss ist besonders reich
östen Eisen- und Mangansalzen, welche sich aber in Verbindungen darin

vorfinden, in denen die Gerbsäure (die sich sonst mit ihnen zu dem S
Tinte vereinigt) ohne alle Wirkung ist. Diese wenn auch kleine Eisenm
da die Natur für den Menschen lösliche Eisenverbindungen verlangt,
Einfluss auf die vitalen Vorgänge sein. LIEBIG macht darauf aufmerksa
in dem Eisengehalte der meisten Theesorten den wirkenden Bestandthe
samsten Mineralquellen geniessen. Im Uebrigen sind die Aschenbestan
Blutasche analog zusammengesetzt, alle dort vorkommenden Stoffe sin
vertreten, besonders eine bedeutende Menge von Alkalien. In der The
det sich in ziemlicher Menge Natron, das im Kaffee fehlt und durch
wird, wodurch dieser hygieinisch und physiologisch einen höheren We

Zweite Gruppe. Die bisher genannten Genuss- und Nerv
sind in ihrer allgemeinen Verbreitung auf dem Kontinent verhältniss
Uralt sind dagegen die alkoholischen Getränke, welche ihre Stelle in d
der Beziehungen zu ersetzen vermögen.

Der Alkohol wird aus dem Stärkemehl dargestellt, nachdem
gährungsfähigen Zucker übergeführt wurde.

Es ist keine Frage, dass der Alkohol als solcher noch weiter oxy
kann, er hat somit vielleicht noch Werth als Nahrungsstoff. Ausser d
finden sich im Weine noch anorganische Salze von Nahrungswerth.
fällt der Hauptwerth der alkoholischen Getränke nicht auf ihre, ihne
zusprechende Mitwirkung zur Ernährung; schon ihr Preis zeigt im Ve
anderen Nahrungsstoffen, wie ungemein viel werthvoller sie für de
sein müssen, als sich aus den chemischen Elementen, die sie zusam
berechnen lässt.

Der Alkohol hat eine ganz analoge Wirkung auf das Nervensyst
bisher besprochenen Narkotika. Bei dem Branntwein kommt sei
allein in Frage. Neben den für die Narkotika in Betracht kommenden
hat er einen direkten Einfluss auf die Magenschleimhaut, wodurch e
gergefühl (cf. dieses) herabsetzt.

Bei dem edlen Weine richtet sich der Werth nicht nach dem Al
Der Weingeist kommt bei der Werthbestimmung zwar stets in Betrach
Preis steht in keinem Verhältniss mit ihm, weit eher steht er im Ve
den nicht flüchtigen Weinbestandtheilen. Es sind diese vorwiegend
standtheile, Blutsalze. Es ist bekannt, dass der edle Wein sic
belebenden Wirkung der Fleischbrühe direkt anschliesst, sie beruhe
Fällen zum Theil auf demselben chemischen Grunde.

Das Bier, welches immer mehr ein Volksgetränk der ganzen We
eine Nachahmung des Weines aber eine in manchen Beziehungen ver
Das Bier enthält nur eine verhältnissmässig kleine Menge Alkohol,
Kohlensäure, Zucker, Gummi, welche die grösste Menge der gelösten
machen, dann Bitterstoffe und die aromatischen Stoffe des Hopfens,
von Kleberbestandtheilen, Fett, Milchsäure, Ammoniakverbindungen
neralischen Bestandtheile, welche aus der Gerste und dem Hopfen
übergehen. Es kann somit dem Biere eine gewisse Nahrhaftigkeit a
wöhnlichen Sinne dieses Wortes nicht abgesprochen werden, wenn
Werth dadurch sicher nicht bestimmt wird, ebensowenig wie nach de

Ohne Zweifel haben wir in dem Biere eines der gelungen- satzmittel des Fleischextraktes vor uns. Die Mehrzahl der elche wir dort wirksam fanden, finden wir auch hier wieder, was wir zum s Stoffes zu sagen haben, müssen wir hier wiederholen. Nur kommt der Alkohol mit seinen Nebenwirkungen auf das Gehirn in Betracht, der er Beziehung das Bier vor dem Fleischextrakt noch auszeichnet.

wird es verständlich, wie es so vortreffliche Wirkungen auf die Ernäh- vorzubringen vermag, welche in keiner Beziehung zu seinem aus den en Bestandtheilen zu berechnenden Nahrungswerthe stehen.

CHERLICH fand in 100 Theilen Asche eines untergährigen Bieres: Kali sphor 20,0, phosphorsauere Bitterde 20,0, phosphorsaueren Kalk 2,6, e 16,6 Gewichtstheile.

llt bei dem Biere der enorm grosse Gehalt an phosphorsauerem Kali auf, , welches wir als ein Hauptagens in der Fleischbrühe erkannt haben. eifel hat es einen Antheil an den nervenerregenden Wirkungen, welche Biergenuss bei Schwächezuständen in so hohem Masse ausgeübt finden. e Menge von Kalisalzen, welche durch das Bier in das Blut gelangt, ist ran schuld, dass ein übermässiger Biergenuss so stark ermüdende Wir- rzeugt. Dem Gehalt an phosphorsauerem Kali verdankt das Bier seine de Wirkung auf Anbildung von Organstoffen, die fast jeder Bierländer n Leibe zur Schau trägt und die dem Biere (Malzextrakt) eine so hohe als Heilnahrungsmittel für Reconvalescenten und Schwäche ertheilt fluss anorganischer Stoffe auf die Ernährung). Die Kalisalze gehen s Blut in den Harn über, wo man sie bei Biertrinkern in erhöhter Menge

Gewürze, welche den Speisen zugesetzt werden, haben nicht nur den den Geschmack der Speisen zu verbessern, vor allem haben sie die Auf- die Absonderung der Verdauungssäfte steigernd zu wirken. Der sen- , den sie auf die Schleimhäute ausüben, mehrt reflektorisch die Drüsen- en.

sehen daraus, dass wir eine Reihe von Stoffen ihren physiologischen n nach unter die Gewürze zu rechnen haben, welche man gewöhnlich rher zieht. Die starken Geschmacksreizstoffe, welche durch das Braten ten des Fleisches erzeugt werden, wie die schmeckenden Stoffe in der de, gehören zu den starken wirkenden Gewürzen.

ie schädlichen Wirkungen des Alkoholgenusses sind zu bekannt als dass sie eine Auseinandersetzung beanspruchten. Bei dem Schnaps kommt zu dem Alkohol das Fuselöl als schädliche Beimischung (Amylalkohol). Die schädlichen Wirkungen Thee und Kaffe (Chokolade) werden vielfältig übertrieben. Solche zeigen sich beson- bei sitzender Lebensart, schlechter Ernährung, Neigung zu Verdauungsbeschwerden etc., dass man die betreffenden Getränke für diese Leiden beschuldigen dürfte. Mit dem ben des Genusses von Thee und Kaffe ist meist noch wenig erreicht, wenn nicht die sweise gründlich geändert wird. Doch muss man auch hier individualisiren. Bewe- im Freien, zweckmässige sonstige Nahrung bleibt immer die Hauptsache. An Stelle hee rathe man nervösgereizten Personen am Abend gutes Bier aus den oben gegebenen htspunkten (Ueber Alkohol cf auch thierische Wärme).

Verfälschungen der Genussmittel zu ermitteln wird selten Aufgal
Einiges wurde schon oben erwähnt, was sich auf zufällige Beimischung
stanzen bezieht (Blei, Kupfer). Der Kaffesurrogat wird hie und da in Pa
mit Mennige (Blei) gefärbt ist. Eisenvitriol dient zur Färbung der Kaffeb
schädlich. Der chinesische Thee wird am häufigsten mit den Blättern
schwarzen Hollunders, Esche, Süssholzbaum und tropischen Verbenaceen
an sich unschädliche Beimischung die Betrachtung der in heissem V
Blätter erkennen lässt. Die Blätter der Thea chinensis sind kurz gestielt,
lanzettlich oder eirund, meist gespitzt, gesägt, kahl, glänzend, den Kir
Campeschholz, Berlinerblau, Thon, Catachu dienen neben Kupferlösun
ralgrün zur Verfälschung des grünen Thees.

Fünftes Capitel.

Die Gesetze der Ernährung.

Was ist nahrhaft?

im äusseren Leben für das persönliche Interesse keinen wichtigeren der so sehr in alle übrigen Verhältnisse einschneidet, als die Frage glichen Brod«. Die Frage, welche die eigentliche Lebensfrage für den , ist dieses auch für die Verwaltung und Erhaltung des Staates. thwendige Beköstigung der stehenden Heere, wie die Ernährung in gs- und Korrektionsanstalten, alle jene Einrichtungen, welche die Ernährung einer grösseren Anzahl von Individuen, die in dieser Hin- genen freien Willkür entzogen sind, nothwendig machen, drängen zu ruch.

n Einzelnen gewinnt so wie für den Arzt die Wahl der Nahrung in len eine noch erhöhte Bedeutung. Wenn schon häufig in gesunden zt in dieser Beziehung zu Rathe gezogen wird, so wird die Ernäh- ch bedeutungsvoller bei Kranken, bei denen ihre Beantwortung auf geahnte Schwierigkeiten stösst, hervorgehend aus dem absoluten petit, aus dem subjektiven Widerwillen gegen nur einzelne Nah- oder gar aus der Unfähigkeit Nahrung zu verdauen und zu assimili- den durch die Nahrungsaufnahme die Krankheitserscheinungen noch derartigen Fällen kann nur eine vollkommen exakte Kenntniss der n Ernährungsgesetze eine sichere Richtschnur für das Eingreifen in, und gewiss wird Derjenige die besten Heilungsresultate erzielen, ht, auch unter solchen schwierigen Verhältnissen das Leben zu cht wenige Kranke sterben in Folge ungenügender Bei vielen Patienten nehmen die Symptome des speciellen Leidens hmenden Stärkung des Allgemeinbefindens hervorgehend aus pas- rung ab, in dem gleichen Grade wie sie durch Nahrungsmangel sich on sind sicher nur wenige Krankheiten ausgenommen, weit weniger veisheit auch der neueren ärztlichen Praxis sich träumt. Ich deute lle nur auf die Herzleiden hin, die in so hohem Masse mit der der Gesammtmuskulatur an Intensität und Gefahr für das Leben ler schlecht ernährte, schlaffe Herzmuskel ist nicht im Stande die

Hindernisse im Mechanismus durch gesteigerte Thätigkeit auszugleichen es bekannt ist, dass Herzfehler von muskelkräftigen Personen ganz oh ihres Allgemeinbefindens ertragen werden können. Ebenso steht es mangelhafte Ernährung des Muskelsystemes auch ohne andere organis des Herzens als Schwäche seiner Muskulatur alle Symptome eines vorzutäuschen vermag.

Alle diese Betrachtungen drängen uns zu der Grundfrage:

Was ist nahrhaft?

Die Antworten, welche auf diese Frage gegeben werden, sind au nigfaltig und nirgends gehen die Meinungen in so hohem Grade aus hier, während man doch denken sollte, dass die ewige Erfahrung des geschlechtes die Aufgabe mit aller Sicherheit und Präcision schon la gelöst haben. Wir werden in der Folge unserer Betrachtungen einsehe dem Volksinstinkte Unrecht thun würden, wenn wir ihm die sicher in dieser Richtung absprechen wollten; wir werden erstaunen in wel fachen Kombinationen die Ernährungsgesetze, welche die experimente schaft ihren neuesten Erfahrungen gemäss aufgestellt hat, in der V von je her zur Anwendung gelangen. Ganz anders aber fällt das Wissenschaft über die noch heute übliche Ernährungspraxis der ärzt tine aus. Veranlasst von Vorurtheilen werden noch heute hier Fehl welche zeigen, wie vollkommen eine wissenschaftliche Halbbildung d gesunden Menschenverstand zu verdunkeln vermag.

Wenn wir unsere Grundfrage: was ist nahrhaft? stellen, so be von der Mehrzahl der Gefragten eine Antwort, in welcher uns eine Nahrungsmitteln zusammen genannt werden.

Man würde hören können, dass z. B. Fleisch sehr nahrhaft sei auch Schwarzbrot in dieser Richtung nicht zu verachten wäre; für es kaum etwas Nahrhafteres als das Stärkemehl der Pfeilwurzel: das doch sei auch Rothwein oder Bier anzurathen, ebenso Chinin und für Kranke und Schwache gäbe es dagegen nichts Nahrhafteres als brühe oder noch besser das Fleischextrakt, welches die koncentrirte keit des Fleisches in sich enthält; der mit Salzsäure nach Liebig gefertigte Fleischauszug — Infusum carnis f. p. — widersteht den wöhnlich sehr bald und lässt sich ja auch durch das Fleischext ersetzen. Fast jedes Wort in dem vorstehenden Satze ist eine Unwa doch kann nicht geläugnet werden, dass in der Ueberzahl der Fälle auf unsere Frage in der hier vorgetragenen Weise ausfallen würde.

Es mag paradox klingen, es ist aber wahr, wenn wir dagegen dass alle diese genannten Stoffe für sich nicht nahrhaft sind.

Oder stimmt es mit dem Begriffe der Nahrhaftigkeit eines Sto wenn wir vom Fleische auf das schlagendste experimentell nachwei dass wir kaum im Stande sind, den Menschen mit reinem fettfreien ernähren? er würde dazu eine so enorme Menge bedürfen, etwa welche kein Magen zu verdauen, kein Appetit ohne den gewaltigste als einmal zu verzehren vermag; das gleiche Gewicht von Roggen nicht hinreichen einen Menschen zu erhalten. Ein Erwachsener beda

von Kartoffeln würden für ihn erst 20 Pfd. genügen! Noch schlimmer es sich mit anderen der genannten Stoffe: es steht fest, dass ein Indivi- welches allein mit Arrow-root oder Leberthran, diesen so allgemein an- Nahrungsstoffen ernährt werden sollte, unumgänglich dem langsamen de verfallen würde, dasselbe gilt von dem mit Salzsäure bereiteten szug. Was soll aber nun erst gegen den Rest der aufgezählten Substan- gt werden? Das Urtheil der Wissenschaft über die Nahrhaftigkeit der rühe sowie des Fleischextraktes hat schon der Wichtigkeit dieses Gegen- ntsprechende Erörterung gefunden; Wein und China werden wie die ühe den Stoffverbrauch des hungernden Organismus allein genossen r steigern; sie sind dann also das genaue Gegentheil zur Ernährung , dem Organismus seine Stoffverluste ersetzender Substanzen!

Grund, warum wir uns so entschieden gegen die gewöhnliche Annahme rhaft« aussprechen müssen, ist leicht aus dem schon bei der Bespre- r Nahrungsmittel Gesagten zu entnehmen. An sich ist kein einzelner sstoff zur Ernährung hinreichend, er kann als solcher also auch nicht als bezeichnet werden. Es steht fest, dass der Organismus in seine Nah- uminate bedarf, wir sehen aber wie ungemein unvortheilhaft eine Ernäh- n mit diesem Nahrungsstoffe — also z. B. mit fettfreiem Fleische — sein wenn auch die chemisch-physiologische Theorie die Möglichkeit einer ng aller Bedürfnisse an organischer Nahrung allein durch Eiweiss lehrt. dabei die eben gemachte Bemerkung nicht vergessen werden, dass für schen der Ekel vor dem Nahrungsübermasse schon früher eine Grenze Aufnahme zieht, als die zur Erhaltung des Organismus nöthige Fleisch- ufgenommen ist.

s durch Stärkemehl oder Fett der Gesammtverlust des Organismus nicht erden kann, liegt auf der Hand — es fehlt vor allem diesen Stoffen das aber auch die Salze und das Wasser. Dasselbe gilt mit den nöthigen nkungen in Beziehung auf den Salz- und Wassergehalt in noch erhöhtem ür Wein, Bier, Branntwein, Fleischbrühe und Fleischextrakt.

Theorie der Ernährung verlangt eine Mischung der einfachen Nahrungs- nur solchen Nahrungsgemischen kann eine wirkliche Nahrhaftig- sprochen werden. Damit also ein Stoff nahrhaft genannt werden kann, abgesehen von den Salzen und dem Wasser wenigstens Eiweiss und r Fett oder Kohlehydrate: Zucker, Stärkemehl etc. enthalten, oder auch tztere Stoffgruppen neben dem Eiweisse. Es können also z. B. die Milch, in Wahrheit als nahrhafte Stoffe bezeichnet werden, weil in ihnen die en Anforderungen verwirklicht sind. Aber wenn sich auch einige Bei- nden lassen, auf welche die Bezeichnung »nahrhaft« anwendbar erscheint, te es doch vorzuziehen sein, diesen veralteten Begriff, der zu so vielfäl- ssdeutungen Veranlassung giebt, gänzlich aufzugeben. Denn auch die geführten Beispiele passen doch nur sehr uneigentlich. Was für eine Menge von Milch würde nöthig sein, um einen Erwachsenen davon zu , da sie 88—90% Wasser enthält, sodass nur etwa 3—4 Loth feste Stoffe em Wasser in einem Pfunde Milch genossen werden? Ganz ähnlich ver- sich mit den Eiern. MAGENDIE berichtet, dass sich ein gesunder, junger it 12—15 hartgekochten Eidottern nicht ernähren liess.

Dabei muss noch sogleich in die Augen springen, dass für versch dividuen je nach Alter und Beschäftigungsweise etc. der Begriff der Na sehr wechselnd sein müsste, für alle einzelnen Körperzustände müss entsprechend modificiren. Ein jugendlicher Organismus bedarf zum W zum Ansatz von Stoffen im Allgemeinen eine andere Art des Nahrung als der Körper eines Arbeiters, dessen Muskelsystem vor allem in An nommen wird und daher eine überwiegende Ausbildung verlangt.

Die Körperzustände in Beziehung auf die quantitati hältnisse der Organe sind individuell sehr verschieden. Sie sin der Ernährungsweise, welche vorausging. Es muss sich immer frage sich die Aufgabe setzt, den bestehenden Körperzustand zu erhalten od anderen zu verändern. Danach wird es sich richten, ob wir eine Nahr betreffende Individuum passend finden oder nicht.

Und wie mannigfach modificiren sich diese Verhältnisse in Krankh

Die Organwiegungen von E. Bischoff, die er in Verhältniss mit dem gesam gewicht setzte, geben wenigstens für einige verschiedene Körperzustände V punkte.

E. Bischoff bestimmte die Organgewichte an einem 33 Jahre alten stämmig g ken 168 Cm. = 5′ 2″ 3‴ Par. Hingerichteten, der vollkommen gesund erschien einem durch Sturz verunglückten und augenblicklich getödteten Mädchen v 159 Cm. gross, üppig gebaut, wohlgenährt, ebenfalls gesund. Dieselben Bestim er mit an der Leiche eines gesunden fettarmen 16jährigen Selbstmörders, eines Knaben und neugebornen Mädchen und einer 6monatlichen Frühgeburt.

Die folgende Tabelle machte die beobachteten Verschiedenheiten anschauli

	Mann:	Weib:	Jüngling:	Neugebornes Knabe:	Neugebornes Mädchen:	Fr
Gewicht des ganzen Körpers in Grm.	69668	55400	35547	2400	2969	
in Procenten des Körpergewichts	%	%	%	%	%	
des Skelet.	15,9	15,1	15,6	17,7	15,7	
die Muskeln	**41,8**	**35,8**	**44,2**	**22,9**	**23,9**	
Brusteingeweide	1,7	2,4	3,2	3,0	4,5	
Baucheingeweide	7,2	8,2	12,6	11,5	12,1	
Fett	**18,2**	**28,2**	**13,9**	20,0	**13,5**	
Haut	6,9	5,7	6,2		11,3	
Gehirn	**1,9**	**2,1**	**3,9**	**15,8**	**12,2**	

Die Tabelle lehrt direkt, wie verschieden der weibliche Körper von dem m Beziehung auf Fettreichthum und Muskulatur sich zeigt. Der grössere Fettr weiblichen Körpers darf nicht als etwas Anormales betrachtet werden. Entsp terschiede zeigen sich bei Vergleichung des kindlichen neugebornen Organis Erwachsenen und des ersteren mit dem noch Ungebornen.

Aus den Wasserbestimmungen, die E. Bischoff an den Organen des Hinge des neugeborenen Mädchen anstellte, ergiebt sich, dass der Körper des Er besteht aus:

58,5 % Wasser
41,5 % feste Theile,

der Körper des Neugeborenen aus:

66,4 % Wasser
33,6 % feste Theile.

achsene wog im Ganzen:

69668 Gramm =
40709,4 Wasser
28958,6 feste Theile;

asser treffen auf:

Muskeln	22027,1 Gramm	=	75,7 %
Fett	3760,6 ,,	=	29,9 ,,
Haut	3493,5 ,,	=	72,0 ,,
Blut	2836,9 ,,	=	83,0 ,,
Leber	1076,0 ,,	=	69,3 ,,
Gehirn	1027,0 ,,	=	75,0 ,,

eln des Neugebornen hatten:

81,8 % Wasser;
das Gehirn 89,4 %, Blut 85 %.

interessant ähnliche Bestimmungen für noch weitere Körperzustände zu machen. ei Krankheiten würden sie uns einen Einblick in die nothwendigen Vor- einer für den speciellen Fall zweckentsprechenden Ernährungsweise geben

Zur Entwickelung der Ernährungslehre.

um die tägliche Ernährung, zu welcher Hunger und Schwäche bei mangelnder n civilisirten Menschen wie den Wilden mit gleicher unabweisbarer Nothwen- ertreibt; die Erfahrung, die so alt ist wie das Menschengeschlecht, dass ein der Nahrung und unzweckmässige Nahrungsmittel mit der Erhaltung der Ge- enso unverträglich sind wie Hunger; dass in Zuständen von Krankheit und bei dem Wechsel der Beschäftigungen und äusseren Lebensbedingungen, dass denheiten in den Lebensaltern dieselben Ernährungsweisen von mangelhafter chädlicher Wirkung werden, die unter anderen Umständen unschädlich oder sweise zuträglich erscheinen, lenkten früh die Aufmerksamkeit der Denker den ragen zu. Wir finden in den ältesten Ueberlieferungen gebildeter Völker, z. B. der Inder, der Griechen die Ernährungslehre der Stufe des damaligen natur- lichen und ärztlichen Wissens angepasst, mit wahrhaft überraschender Sorgfalt Es waren, wie wir sehen, zunächst diätetische Fragen, die sich bei der Wahl gebenen Nahrungsmitteln aufdrängten, und die alte Ernährungslehre geht in eine Diätetik, die für die verschiedenen Lebensverhältnisse bis ins Einzelne ufstellt.

bachtungsgeiste der Griechen entsprach es über das »Was« auch das »Warum« gessen. Man fragte nach den tieferen Bedürfnissen, denen durch die fortgesetzte nahme genügt werden sollte. Wir erstaunen, wenn wir in den Aussprüchen les und Hippokrates einer Unterscheidung zweier Zwecke begegnen, denen e der Nahrungsstoffe genügen sollen, einer Unterscheidung, die wir in analoger ren fortgeschrittenen Detailkenntnissen angepasst, im Allgemeinen ebenfalls en. Aristoteles unterscheidet, abgesehen davon, dass die Nahrung zum Körper- erforderlich ist, Stoffabgabe (Abgabe von Flüssigkeiten durch die Haut), für Nahrung Ersatz zu leisten habe, und Wärmeabgabe (vorzüglich in der Athmung), nterhaltung ebenfalls die aufgenommenen Nahrungsstoffe dienen sollten. In uf die Ausscheidungen durch Nieren und Darm erkannte er die hohe Abhängig- von der jeweiligen wechselnden Nahrungsaufnahme zeigen, er sah in ihnen, grössten Theil noch heute, das zur Ernährung des Körpers Unbrauchbare der nen Nahrungsstoffe (das Bittere), dessen sich der Organismus wieder entledigt- spricht von der Flüssigkeitsabgabe durch die Haut und ihren insensiblen Aus-

scheidungen. Aus seinen Aussprüchen geht deutlich hervor, dass man sch
Hauptursache des Verbrauchs der Körperstoffe bei mangelnder Nahrungs
in unserem Sinne die fortschreitende Wärmeabgabe des menschlichen (anim
mus (wir pflegen dafür einen der chemischen Gründe der Wärmeerzeugung,
zuführen), erkannt hatte. Dieser Verbrauch an Wärme- (bildendem) Stoff des
durch die Nahrung ersetzt werden. Er sagt z. B.: die wachsenden Körper
meiste natürliche Wärme eingepflanzt, sie erfordern daher die meiste Na
zehren sie ab. Hippokrates suchte in den Nahrungsstoffen ein specifisc
ein Aliment, das er in analogem Sinne als Bestandtheil der Nahrungsstoffe
man sich seit und nach seiner Zeit die Stoffe aus den sogenannten Aristotelische
ten zusammengesetzt dachte. Er suchte offenbar dieses nährende Princip
mehreren dieser Elemente. Denn allgemein dachte man sich, wenigstens sei
als Grundlage aller leiblichen Bildung jene vier im engeren Sinne sogenannten El
Wasser, Luft und Feuer, wozu die Lehre der Pythagoräer ein fünftes, höchstes
Aether setzte. Auch der leibliche Mensch ist (harmonisch) aus jenen vier Elem
»Wenn nach Gottes Geheiss die Seele den erkaltenden Leib verlässt, dann w
wieder zur Erde, der Hauch zur Luft, die Feuchtigkeit kehrt hinab zur Tie
kehrt zum Aether zurück« (Origenes). Die vier gewöhnlichen Elemente ersc
schon Aristoteles keineswegs als das eigentlich Erzeugende der leiblichen For
haupt nicht als letzter Grund des sichtbaren Stoffes. Aristoteles nennt als e
des Leibes statt jener vier Elemente vier Eigenschaften der Materie (Kräfte):
Trockenheit und Feuchte. Jene vier gewöhnlichen Elemente werden von ihn
der ersten Ordnung betrachtet, aus ihnen bilden sich als Elemente der zw
die gleichartigen Theile der organischen Körper: Knochen, Fleisch u. s. w.,
entstehen als Bildungen der dritten höheren Ordnung die verschiedenen Gli
Nahrung, wenigstens die animalische, solche Elemente zweiter Ordnung d
führt, kann von dem tiefen Einblick in die natürlichen Vorgänge, dem wir h
gegnen, nicht verborgen geblieben sein.

Aus den Bildern, welche von den Griechen zur sinnbildlichen Darstellun
der animalen Organismen, vor allem des Menschen mit der Atmosphäre,
Lebensvorganges gemacht werden, geht mit Deutlichkeit hervor, dass sie di
schen dem Vorgang des Lebens und dem einer Verbrennung erkannt hatt
z. B. bei Aristoteles, der die Nothwendigkeit des Verkehrs des Herzens (B
belebenden Kräften der Atmosphäre kannte, an verschiedenen Stellen Andeut
Richtung. Das Herz ist ihm der heimathliche Herd, auf welchem verwahrt,
Burg, das Feuer des Lebens ernährt wird, denn von ihm, dem heiss
Leibes, geht die Wärme aus, welche bei dem Hauptgeschäft der Seele, zu e
zu bewegen, ein so nothwendiges Erforderniss ist, dass der Tod hauptsäch
Erlöschen der Wärme entsteht. Die nothwendige Beziehung der Athmung (L
malen Wärme hat Aristoteles zuerst erkannt (cf. Athmung).

Wir können es aussprechen, dass den anatomischen und chemisch-phys
tailkenntnissen entsprechend die wissenschaftliche Ernährungslehre der dam
Vergleich mit der unseren nicht zu scheuen braucht.

Die Forschung über den menschlichen Organismus baute zunächst auf
fort, welche der Begründer der naturwissenschaftlichen Methode, Aristoteles
legt hatte, es war die vergleichende Anatomie und die Anatomie des menschl
Man suchte mit dem glänzendsten Erfolge die Verrichtungen, »den Nutzen«
Organe durch Vergleichung zu erkennen, auf welchem Wege schon Aristotel
bedeutenden Fortschritten gelangt war und der noch unsere Zeit immer
zuführt. In Beziehung auf chemisch-physikalische Anschauungen sehen w
über die Vorgänge im Organismus dagegen nur langsam sich entwickeln.
halbes Jahrtausend später finden wir bei Claudius Galenus, dem grössten A

seiner Zeit, die alten aristotelischen Anschauungen wieder, nur gleichsam aus der sterten Sprache der Poesie in die alltägliche, bürgerliche Ausdrucksweise übertragen. Den citirten Aussprüche seines Meisters über Herz und Lungen im Zusammenhang mit thierischen Wärme fasst er in das prosaische nicht einmal ganz passende Bild einer zusammen: »das Blut spielt die Rolle des Oels, das Herz des Dochts, und die ath- Lunge ist ein Instrument (Blasebalg), welches die äussere Bewegung zuführt.«

ist klar, dass wir für die Erklärung der chemisch-physikalischen Vorgänge, welche animale Körper zeigt, also vor allem seiner Wärmebildung von den Denkern immer schauungen und Ausdrucksweisen benützt finden, welche sich die Zeit zur Erklärung zeichnung chemischer und physikalischer Vorgänge gebildet hatte. Wohl schon vor Zeiten des CALIGULA, der aus Auripigment Gold machen wollte, wovon uns PLINIUS be-, wurde die Chemie durch das Bestreben unedle Metalle zu edlen, namentlich Gold chen, zuerst als praktische Wissenschaft geschaffen und entwickelt. Freilich mögen ägyptischen Büchern über die Scheidekunst des Goldes und Silbers, welche DIOCLE- Gegensatz zu den vergeblichen Versuchen der Goldmacher zu verbrennen gebot, manche specielle chemische Erfahrungen niedergelegt gewesen sein.

schloss sich an die Annahme von vier sinnlich wahrnehmbaren Elementen oder »Müt- sehr bald die Lehre der Alchymisten an von den drei Grundstoffen oder Grunddingen: fel, Salz und Quecksilber, für welche beide letzteren auch Arsenik und Erde genannt n. Sie werden auch in gewissem Sinne unseren »Kräften« analog als Hauptbedingung körperlichen Formung aus den vier Elementen betrachtet. In diesen Grund- der Alchymisten setzte man eine Art von Individualität voraus, denn jedes Metall seinen eigenen Schwefel, sein besonderes Salz u. s. f. Die späteren Chemisten des lters nehmen auch eine Zusammensetzung des menschlichen Leibes wie der Metalle blos aus den »vier Müttern«, sondern nächst diesen aus den drei Grunddingen an. hängt es zusammen, dass das grosse »Arcanum«, nach dem sie suchten, nicht nur les Metall in Gold verwandeln, sondern auch die Universalmedicin sein sollte. — So das erste Eingreifen und die Fortschritte der Chemie, auf denen unsere jetzige An- basirt, zunächst mit einem Rückgang in den wissenschaftlichen Fragen verbunden aber indem sich die wissenschaftliche Betrachtung ein neues Erklärungsprincip, das , aneignete, sehen wir in diesem scheinbaren Rückschritt, der über dem Eindruck halbverstandenen Erfahrungen das Altgewusste zu vergessen scheint, den Beginn en, fortgeschrittenen Zeit. Die Chemie sammelte als Alchemie eine Summe von gen, eine erstaunliche Menge von Versuchen wurde gemacht. Das dort Neugewon- ertrug man sogleich auf das Gebiet der Physiologie. Chemische Vorgänge, bei denen ärme ohne Feuererscheinung entwickelte, schienen noch tauglicher zur Erklärung animalen Wärme als das Aristotelische Feuer. Man fasst die Vorgänge, bei welchen wie der Gährung zuckerhaltiger Flüssigkeiten Gasentwickelung und Wärmebildung ohne erscheinung beobachtet wurde, unter der allgemeinen Bezeichnung »Gährung« zu- men und rechnete hiezu alle diejenigen Processe, bei denen, wie z. B. bei der Einwir- von Säuren auf kohlensauere Alkalien und Erden, oder auf Metalle eine Zersetzung Anwendung höherer Wärmegrade erfolgte.

Nach PARACELSUS Ansicht zerlegt der »Archäus« (chemische Kraft und Lebenskraft) im n die Speisen in die Essenz, das Gute, und in das Unbrauchbare, Giftige, das Böse. teres wird als schädliches Exkrement im Harn, Koth und Athem ausgeschieden, ersteres zum Ersatz der fortwährenden Organverluste.

Die Iatrochemiker dachten sich diese Stoffverluste des Körpers, zu deren Ersatz die rstoffe eingeführt werden, unter dem Einfluss ihrer »Gährungen« eintreten. Zu Gährun- der Art schien durch das Zusammentreffen verschiedenartiger Flüssigkeiten im Körper, des alkalischen Blutes mit dem saueren Inhalt des Magens, der dem Blute zugeführt (Milchsaft), reichlich Gelegenheit gegeben. Die »Essenz« von PARACELSUS, gleich dem

Hippokratischen Aliment, ist für sie der gährungsfähige Schleim, den sl
stoffe enthalten sollen.

Die Mechanik hatte sich in stätigem Gang neben ihrer jüngeren Schwester,
fortentwickelt. Das Problem des Lebens suchten beide Wissenschaften mit d
Gebote stehenden Hülfsmitteln zu lösen. Aerzte schlossen sich diesen Bestreb
entstanden die sich bekämpfenden Schulen der Iatrochemiker und Iatrom
deren Streit oft an die Diskussionen unserer Tage zwischen den analogen R
Physiologie und Medicin erinnert.

Während die chemische Schule nach Analogien tastend das Leben aus de
bekannten chemischen Vorgängen zu erklären suchte, war die mathematisch-p
Betrachtungsweise, die Iatromathematik zu den schönsten Erfolgen in Bezie
Theorie der mechanischen Bewegungen des Organismus und im Organismus d
und der Thiere gelangt. Man konnte den Versuch wagen, das Problem der
Arbeitsthätigkeit mechanisch-experimentell zu lösen, und Helmholtz macht m
auf aufmerkssm, dass wir von diesem Gesichtspunkt die kunstreichen Automate
haben, welche man baute, und die wie die fliegende hölzerne Taube des Archyta
(408 v. Chr.), der menschliche Automat des Albertus Magnus, dem Thomas v
Schrecken den Kopf zerschlug, als er ihm die Thür öffnete und ihn scheinbar
Automaten des Regiomontanus, Vaucanson, der beiden Droz animale und specielle
Verrichtungen nachahmten. Die mechanische Schule stellte neben die von de
angenommene Ursache von Substanzverlust durch Gährung die Abnützung, d
der arbeitenden, bewegten Organe als eine zweite Ursache auf. Die Abnützung
organischen Maschine des Menschenleibes ebenso und aus analogen Gründen
denen sie bei ihren Automaten und bei jeder anderen Maschine erfolgt. Die
aus beiden, den chemischen und physikalischen Ursachen, sollten durch die
Nahrungsmittel gedeckt werden.

Damit waren die beiden Gesichtspunkte im Principe aufgefunden, nach dene
die Ernährungsfragen beurtheilt zu werden pflegen: Wärmebildung und Organ
Organbildung.

In dem Streit der sich bahnbrechenden neuen chemischen Anschauungen m
telischen und der darauf gebauten alt-chemischen Theorie machte die Ernährun
indirekte Fortschritte.

Der Irländer Robert Bayle stellte in seinem Skeptical Chymist 1661 zuers
ansichten der neueren Chemie auf, er nahm eine grössere Zahl von einfachen S
ein anderes Gesetz ihrer Verschiedenheit als jenes nach den vier Elementen
Grunddingen: die Gestalt der Atome solle die Verschiedenheit der einfachen
sachen. Durch unseren Stahl wurde die Chemie wissenschaftlich gestaltet,
das phlogistische, konnte jedoch dauernd sich nicht behaupten. Becher und S
in den drei Naturreichen die gleichen Elemente an, die sich nach Becher in den
Substanzen in verwickelterer Weise verbinden als in der anorganischen Natur,
in den Pflanzen und Thierstoffen wässerige und brennbare, in den Mineralie
standtheile vorwiegen. Eine Menge von Stoffen, z. B. Salze, hatte man schon
nischen Körpern isolirt und als Bestandtheile erkannt (cf. unten).

A. Haller, der Begründer der neueren Physiologie, den man mit Stolz d
des 18. Jahrhunderts nannte, fasst die wissenschaftlichen Ansichten seiner Z
Worten zusammen. Die thierische Wärme entsteht (vor allem) aus chemisch
im Körper selbst. Die Nahrung deckt die beständig unter der Einwirkung der
und durch die Abnützung der Organe entstehenden Verluste. Durch die beide
Einflüsse entstehen scharfe Stoffe, die als schädliche Exkrete ausgeworfen we
Diese Ansicht ist darum von Wichtigkeit, weil hier zuerst der moderne Begri
wechsels« auftritt, ein Theil der Auswurfstoffe des Körpers entstammt diesem
Er wusste, dass die Faser, welche ihm die Organisationseinheit der thierisch

nd deren Stoffverluste durch die Nahrung ersetzt werden sollen, bestehe aus Wasser, n-(erdigen) Bestandtheilen, unter denen neben salzigen Stoffen (thierisches Alkali) vor das Eisen speciell bekannt war, aus Oel und luftförmigen Bestandtheilen. Aus dem als ng aufgenommenen Fleische und den mehligen Nahrungsstoffen wird nach ihm in der ung eine gallartige Lymphe gebildet, die sich in die Lücken, welche die abnen Theilchen gelassen, ansetzt und so den entstandenen Verlust ausgleicht. Der aus Pflanzennahrung hervorgehende Nahrungssaft dient zu den dem Organismus u anderen chemischen Zwecken. Er ertheilt dem Blute den nöthigen Salzgehalt; er rt durch seine Säure die alkalische Schärfe des Blutes, bringt also zunächst einen jener ngsvorgänge« hervor, von denen seit der Lehre der Iatrochemiker die Erzeugung der chen Wärme abgeleitet wurde.

Haller steht sonach, wenn sein Wissen auch noch im Einzeldetail mangelhaft ist, auf öheren Stufe der Erkenntniss dieser natürlichen Processe als seine Vorgänger. Seine en sind Vorläufer für die Anschauungen der Neuzeit vom Stoffwechsel und dem unn Werthe der verschiedenen Nahrungsstoffe für die Ernährung.

r 1. August 1774 wird als der Tag genannt, an welchem Priestley den grössten chen Fund seines Jahrhunderts machte, als er den Sauerstoff entdeckte. Als dessen r Entdecker ziemlich gleichzeitig muss Schele genannt werden. Lavoisier verstand en Fund zu dem grössten Fortschritt in der Chemie zu verwerthen, welcher der vor hren schon aufgestellten Theorie der Elementarstoffe Bayle's erst ihre eigentliche Beng gab. An dem Gesetz der Verbindung mit Sauerstoff wurde die neuere Chemie auft. Die neue Kenntniss über den chemischen Vorgang bei den vorzüglich wärmeerzeun Processen, den Verbrennungen, Oxydationen verwerthete er für den Process der chen Wärmebildung in der Athmung (cf. diese). Er erklärte die Nothwendigkeit des hrs der animalen Organismen mit der Luft daraus, dass der wesentliche Luftbestandder Sauerstoff, die Lebensluft in der Athmung aufgenommen werden müsse, um einen nnungsvorgang zu unterhalten, an den der Fortbestand des animalen Lebens geknüpft der die Quelle der thierischen Wärme ist. Die Vorgänge der Zersetzungen im Thierismus unter dem Einfluss der Luft, die man früher als Gährungen bezeichnete, wurden die Sauerstoffnahme bei der Athmung neu erklärt. Diese Zersetzungen müssen ngeführte Nahrungsstoffe, denen die Fähigkeit zukommt, Sauerstoff in sich aufzu- und mit ihm Kohlensäure, Wasser und stickstoffhaltige Verbindungsprodukte zu , dem Körper wieder ersetzt werden. Das Abhängigkeitsverhältniss der Thiere vom nreich wurde erkannt; die Anschauungen unserer Zeit über die allgemeinen Ernährgänge im Thier- und Pflanzenreiche, wie sie im zweiten und dritten Kapitel darwurden, basiren auf den von Lavoisier eingeführten Ansichten.

ie natürlich wurde der neuen Lehre, die zunächst noch mit unberechtigter Anmassung, rklären zu können, auftrat, Widerstand entgegengesetzt, besonders in Deutschland, e geistreiche Experimentalforschung und Kritik Stahl's fortgesetzt ihre Anhänger auch den Chemikern zählte. Sehr wichtig war es, dass der bedeutendste Experimentalologe dieser Zeit, Magendie, auch in Paris selbst doch nicht so ganz die absolute Nothigkeit der neuen Lehre zur Erklärung der Vorgänge in den animalen Organismen anate. Es gelang ihm an dem mehr angestaunten als ausgebauten Lehrgebäude in tlichster Weise zu rütteln. Lavoisier hatte für die Erklärung der Athmung angenom- dass aus dem Blut eine kohlen- und wasserstoffreiche Flüssigkeit in die Lungen tze, welche dort verbrannt würden zu Kohlensäure und zu Wasser. Magendie konnte stens für das Wasser die ältere Ansicht als begründet experimentell beweisen, dass Vasser, welches durch die Lungen abgegeben wird, wenigstens sicher seiner Haupt- nach nicht aus einer Verbrennung, sondern aus dem in den Säftekreislauf eingeführten er stamme. Magendie fuhr fort, in der von Haller angebahnten Richtung zu experiren; er ist der Begründer unserer experimentellen Forschung in der Ernährungslehre. ortschritte der Chemie hatten eine grosse Anzahl neuer Stoffe aufgefunden, altbekannte

näher erforscht. Er unternahm es, die in den Nahrungsmitteln enthaltenen Stoffe näher auf ihre Wirkung für die Ernährung zu untersuchen. Von ihm ist lung dieser Stoffe in stickstoffreiche und stickstofffreie (oder stickstoffarme). Se ergaben, dass die stickstofffreien Nährstoffe: Rohrzucker, Gummi, Olivenöl, nicht vermögend sind, die animalischen Organismen zu erhalten, die ausschli gefütterten Thiere gingen unter allen Zeichen der Inanition zu Grunde. Bei der sich alles Fett verzehrt, die Muskelmasse sehr bedeutend vermindert. Tiedeman bestätigen Magendie's Erfahrungen über die Unfähigkeit allein zur Ernähru für die stickstofffreien Substanzen: Zucker, Gummi, Stärke durch Versuche an

Für die Klasse der stickstoffhaltigen Nahrungsstoffe ergaben die Versuche ein werth verschiedenes Resultat.

Der Leim allein genossen scheint auf die Dauer nicht zu nähren, dagegen bl blos mit Käse oder harten Eiern gefüttert, am Leben, obwohl sie schwach und den und die Haare verloren, ebenso bewies Magendie, dass von fettlosem »Musk wenigstens Nagethiere sich zu erhalten vermögen. Tiedemann und Gmelin e Gans mit ungenügenden Mengen gekochten und zerhackten Eiweiss über ander am Leben, während ihre mit Gummi gefütterten Gänse am 16., mit Zucker Stärke am 24. Tag starben.

Die Versuche ergaben, dass unter den einfachen Nahrungsstoffen nur die ei unter diesen vor allem das Muskelfleisch zur Unterhaltung des Lebens geeignet dem dass, wie Magendie nachweisen konnte, bei seinen Versuchen eine Ve Chylusbildung auch bei der Zufuhr der einfachen stickstofffreien Stoffe eing starben dabei die Thiere unter allen Zeichen der Verhungerung.

Folgerichtig wurden zwei Schlüsse aus den experimentellen Beobachtungen Zusammenhalt mit der täglichen Erfahrung:

1) Nahrungsstoffe, welche für sich allein nicht im Stande sind, das Leben erhalten eine unverkennbare Nährfähigkeit, wenn sie mit anderen Stoffen gemis werden. So ist der Leim nach Magendie mit anderen Nahrungsmitteln, z. B. F minaten) genossen eine nahrhafte Substanz (Brod genügt dazu nicht), ebenso Gu Fette. Ihre verschiedenartige Wirkung z. B. auf Mästung von Thieren und M längst praktisch festgestellt und z. B. durch Prout in diätetische Regeln gebrac rung muss für den Menschen nach ihm wie die von der Natur als erstes und Nahrungsmittel dargebotene Milch aus den beiden Magendie'schen Stoffgrupp sein: den stickstoffreien, Prout's Sacharina (Zucker, Stärke, Gummi etc.) und Fett), und den stickstoffhaltigen, die Prout richtiger Albuminosa nennt (ani vegetabilische Albuminate). Auch die Nahrung aller Thiere enthält die Ver beiden Stoffgruppen, ebenso die Gräser und Kräuter als die animalischen Na welche zum wenigsten aus Eiweiss und Oel (Fett) bestehen.

2) Der zweite Schluss, den man daraus zog, war der, dass das Eiweiss (Albu allen Nährsubstanzen die höchste Stufe einnehme. In ihm glaubte man das bis eigentliche Nutriment, die Essenz aufgefunden zu haben. Die Rolle, welche ma »gährungsfähigen Schleim«, der »gallartigen Lymphe« zugetheilt hatte, wurde n minosen, Stoffen, die im Körper alle in eigentliches Eiweiss umgewandelt we zugeschrieben. Je leichter sie in Eiweiss umgewandelt werden konnten, um seien sie zur Ernährung (J. Müller). Früher hatte man wohl geglaubt, dass, wi liche auch der thierische Organismus überhaupt die Fähigkeit zur Eiweissbild facheren Nährsubstanzen habe. Die Untersuchungen Magendie's haben di unhaltbar gemacht. Schon Magendie schloss, dass der Stickstoff der Organe Nahrung stamme und die stickstofffreien Substanzen sich im Thier nicht in sti umwandeln; sein grosses Verdienst ist es, mit grösserer Konsequenz als es s auf den Gehalt an stickstoffreichen Substanzen in den vegetabilischen Nahrung gewiesen zu haben, von denen Menschen und Thiere leben, wie Reis, Mais, G

kerrohr. Diese Ansichten über den hohen Werth der Albuminate wurden ergänzt nsicht der Anhänger der LAVOISIER'schen Lehre. Sie lehrten, dass der in der geführte und in den Lungen verbrannte Kohlenstoff und Wasserstoff die Ursache hen Wärmebildung sei. Die berühmten Versuche von LAVOISIER, DULONG und er den Zusammenhang der thierischen Wärme mit der Aufnahme von Sauerstoff von Kohlensäure hatten diese Seite der Ernährungslehre experimentell neu

ungen von der Wahrheit des Satzes, dass die stickstoffreichen Eiweissstoffe der g im animalen Körper allein vorstünden, stellte BOUSSINGAULT seine Tabelle auf hrungswerth (Heuwerth) der vegetabilischen Nahrungsmittel vorzüglich zu land-lichen Zwecken, in welcher die Futterstoffe nur nach ihrem Stickstoffgehalt aren, während der alte Heuwerth THAER's berechnet war nach der Menge aller offe, welche aus der Nahrung in das Blut übergehen könnten.

emeinen Principien einer wissenschaftlichen Ernährungslehre waren, wenn auch ormulirt, doch aufgefunden. Aber viel fehlte, dass diese Lehren Eingang gefunden n Kreisen der Vertreter der Medicin und Gesundheitspflege, sowie der ebenfalls essirten Landwirthschaft. Nirgends so schwer wie in Gebieten der praktischen, rfahrung, die ihre Beobachtungszeit nach Jahrtausenden zählt, sind alte Vor-d halbverstandene Ansichten zu bekämpfen. Ueberall fehlten in den praktischen enn nicht der gute Wille, so doch die nothwendigen chemischen Vorkenntnisse, en Resultate der Forschung zu verstehen, geschweige denn anzuerkennen oder n ihnen gebotenen Richtschnur zu handeln.

BIG war es, der die chemisch-physiologischen Theorien sicher zu formuliren, rstand definitiv zu brechen und den Gewinn des praktischen Nutzens für Me-ndheitspflege und Landwirthschaft aus ihnen zu ziehen verstand und lehrte.

heorie, lange ebenso angestaunt wie angekämpft, lässt sich vielleicht in Kürze fassen.

minähnlichen Stoffe, welche wir im thierischen Organismus antreffen, werden sem erzeugt, sondern schon fertig gebildet ihm zugeführt. Auch der Pflanzen-lt alle Albuminate seiner Organe aus seiner Nahrung. Aus dem Albumin entstehen ffreichen krystallinischen Zersetzungsstoffe, die sich in den Sekreten und Exkreten, n Organen selbst vorfinden. Es wird darauf hingewiesen, dass aus Eiweissstoffen und Kohlehydraten in gewissem Sinne nahestehende Produkte oder diese selbst rper gebildet werden können. Aus Kohlehydraten der Nahrung scheint sich im bilden zu können: jedenfalls wird das Fett der sich mästenden oder Milch lie-anzenfresser diesen nicht direkt in der Nahrung zugeführt.

kstoffhaltigen Zersetzungsprodukte der Albuminate gehen im Harn ab, sie (vor lauptrepräsentant, der Harnstoff) können als Mass der Eiweisszersetzung im Or-betrachtet werden. Als weiteres Mass für die Stoffzersetzung im Allgemeinen sel) kann auch die in der Athmung ausgeschiedene Kohlensäure dienen, welche nasse des oxydirten Kohlenstoffs aus dem Körper entfernt, ebenso der zur Oxy-genommene Sauerstoff.

d unter Rücksichtnahme auf die Harn- und Respirationsausscheidung (aus Haut im Stande, die Grösse des Stoffwechsels (Stoffverbrauchs) bei Thieren und Men-r verschiedenen Bedingungen der Ernährung, Lebensweise, Ruhe und Arbeit, bensalter zu bestimmen und daraus die Bedingungen der Lebenserhaltung durch ng bezüglich ihrer Quantität und Qualität für das gewöhnliche Leben und für Fälle (Wachsthum, Krankheiten, bei Thieren Mästung, Milchbildung etc.) abzu-uns die Körperexkrete erlauben, zu bestimmen, wie viel Stoff im Körper zersetzt , so kann durch genaue Kontrolle der Nahrungseinfuhr bestimmt werden, ob die Nahrung zum Ersatz alles in den Exkreten Ausgegebenen hinreichte, oder ob

der Körper von seinen Organbestandtheilen noch zuschiessen musste, also abn ob er von den eingeführten Stoffen einen Theil als überschüssig zurück behielt,

Mit diesen Darlegungen war die Methode der Forschung auf das Wese reichert. MAGENDIE und die anderen Experimentatoren hatten sich bei ihren Unt über die Nahrungsmittel darauf beschränkt, Gewichtsbestimmungen der gef nismen vorzunehmen, die nur im Allgemeinen den Schluss über Abnahme u des Körpers bei einer bestimmten Kost gestatteten. Jetzt eröffneten sich tiefere Stoffwechselvorgänge im Organismus selbst.

Neben der Schöpfung der exakten Forschungsmethode stellte LIEBIG auch d Gesichtspunkte in der nach seinem Namen benannten Theorie kurz auf; es sin die wir schon bei den Griechen und dann in allen Entwickelungsperioden u unter verschiedenem Gewande begegneten. Der Fortschritt besteht darin, dass schiedenen Nahrungsstoffen ihre festen Rollen zugetheilt werden.

Der Ernährungsvorgang hat zwei Zwecken zu genügen: der Organbild Wärmebildung. Unter dem Einfluss ihrer Thätigkeit (Abnutzung) erleiden die Or sich Theile von ihnen mit Sauerstoff verbinden, fortwährende Verluste, die du rung wieder ausgeglichen werden müssen. Ein Theil der animalen Wärme stam Organoxydation. Der grösste Theil derselben wird bei genügender Nahrung geführten Nahrungsstoffen geliefert, die im Körper unter dem Einfluss des in de aufgenommenen Sauerstoffs verbrennen.

Diesen beiden Zwecken entsprechend theilte LIEBIG die Nahrungsstoffe a dem nöthigen Wasser und anorganischen Salzen ein in:

1) Organbildende: plastische und
2) Wärmebildende: respiratorische Nahrungsmittel.

Die plastischen Nahrungsmittel sind allein die Albuminate.

Die respiratorischen Nahrungsmittel sind vorzüglich die Fette und Kohleh betheiligen sich an der Wärmeerzeugung auch die anderen Bestandtheile der N weit sie sich mit Sauerstoff verbinden können. Je mehr Sauerstoff ein bestim des Nahrungsstoffes in sich aufnehmen kann, desto mehr ist er fähig die Wärm Körpers zu bestreiten; Fett steht in diesem Sinne vor den Kohlehydraten und

LIEBIG setzte selbst nach diesen Gesichtspunkten die Quantitäten, die im All Ernährung nothwendig sind, für Menschen und Thiere fest. Eine grosse Anz schern: Physiologen, Aerzte, Thierzüchter betheiligen sich mit mehr oder w an der Lösung der vorliegenden Fragen.

Nachdem durch LIEBIG die Aufgabe im Allgemeinen umgrenzt und die leiten punkte gefunden waren, stellte sich für die Anwendung derselben in der Praxis das im Allgemeinen Erkannte nun im Einzelnen noch genauer kennen zu lerne

Im Allgemeinen soll durch die Nahrung ein Verlust des Körpers verhüt Massenzunahme seiner Organe, überhaupt eine stoffliche Veränderung in ih bracht werden. Man muss zu diesem Zwecke den Stoffwechsel unter den ma Bedingungen und Zuständen durch das Studium der Zersetzungsprodukte kenne namentlich feststellen, wie viel davon von jedem einfachen Nährstoff vom Dar Organe übergeht, welchen Einfluss auf die Umsetzung jeder derselben hat, dann genau gekannte Gemische verhalten (VOIT).

Die Arbeiten von FRERICHS, BIDDER und SCHMIDT und TH. L. W. v. BISCHOFF nächst zu nennen, an die sich die viel citirten Untersuchungen von BARRAL anschliessen. Nach LIEBIG's Theorie hatte man angenommen, dass der Eiweiss Organe nur bei ihrer Thätigkeit erfolge. Die Untersuchung ergab, dass bei de Eiweisszufuhr in der Nahrung auch der Eiweissverbrauch steige. Es schien d tung nicht mit der Theorie in Einklang zu bringen. Indem man annahm, das Hunger zerstörte Eiweissmenge der Abnützung der Organe entspreche, glaub der in der Nahrung über dieses Minimalmass zugeführte Theil des Eiweisses a

rflüssig, wie man sich ausdrückte, im Blut verbrenne; man nannte das Luxus-on. Sie ist gegenwärtig im Begriff in Vergessenheit zu gerathen, nachdem man n hat, dass die LIEBIG'sche Theorie diesen Fall als einen besonderen stets in sich n hatte und die alten Ansichten über die strenge Scheidung der organisirten und nisirten Bestandtheile des animalen Organismus sich als unhaltbar herausgestellt Die flüssigen Körperbestandtheile müssen, solange sie das Organ passiren, als Be-e desselben angesehen werden; sie treten wirklich in die Organisation ein; sie n sich an der Lebensthätigkeit des Organs, ihr Zerfall steht mit diesen in direkter g (cf. oben S. 110 Molekularstruktur). Was hier von den Albuminaten gesagt ist, selbstverständlich auch für Fette und Kohlehydrate.

uer Zeit machte die Untersuchungsmethode noch zwei wesentliche Fort-Was LIEBIG postulirt hatte, dagegen von fast allen Experimentatoren bestritten ass aller aus dem Stoffumsatz der stickstoffhaltigen Körperbestandtheile stammende im Harn wiedererscheine, dass also bei Gleichgewicht der Eiweisszufuhr in der mit der Eiweisszersetzung im Organismus aller aus der Zersetzung stammende im Harn wiedererscheine, wurde von BIDDER und SCHMIDT für die Katze, von VOIT HOFF mit aller Entschiedenheit für Hunde, von J. RANKE für den gesunden ruhenden n, von VOIT für die Taube, von HENNEBERG für Rinder nachgewiesen. Das so oft te Stickstoffdeficit existirt nicht. Wo sich ein solches, bestimmte Fälle aus-en, in den Versuchsresultaten findet, sind die Methoden als mangelhaft zu bezeich-Stickstoff des Harns haben wir also wirklich ein Mass des Umsatzes der stick-igen Körperstoffe. Der zweite Fortschritt ist die Ermöglichung der Bestimmung pirationsverluste durch v. PETTENKOFER's Respirationsapparat (cf. Athmung). Wir uns zur Darstellung des gegenwärtigen Standes unserer Lehre.

Bedingungen der Zersetzung im Körper.

r wissen, dass während der Dauer des Lebens im Organismus nur eine re Ruhe existirt. Während wir die Gebilde der anorganischen Natur in ität ihrer Zusammensetzung mit einem Gebäude, etwa mit einer Mauer hen können, an welcher alle die an ihr wirksamen Kräfte in ein stabiles wicht gelangt sind, können wir die scheinbare Ruhe des Organismus mit ichgewichte vergleichen, welches ein mit Wasser gefüllter Trog eines lau-runnens erkennen lässt, bei welchem der Wasserstand nur darum ein ibender ist, weil in der Zeiteinheit gleichviel Wasser zu- und abfliesst. cher Weise wie in letzterem Falle wechseln im thierischen Organismus g die Stoffe, welche ihn zusammensetzen. In der Nahrung treten neue die Stelle alter, verbrauchter in ihn ein, die, nachdem sie ausgedient ieder von neuem Materiale ersetzt werden müssen.

ändig cirkulirt ein Säftestrom durch den gesammten Organismus von Zelle, sodass die flüssig beweglichen Stoffe keinen Augenblick in irgend te in vollkommener Ruhe sind. Auf diesem Wege, während diese Säfte-Zellmembranen durchsetzt (BISCHOFF und VOIT) finden sich die Bedin-er Zersetzung und Oxydation, auf welcher wir die Kräfteentwickelung ismus beruhen wissen. Das neu hinzukommende Material aus der Nah-ht sich diesem Säftestrom bei, cirkulirt mit und ersetzt so das Verloren-e. So wie es einmal mit den übrigen Säften gemischt ist, existirt keine g mehr zwischen ihnen, die neu aufgenommenen Moleküle können den

nächsten Augenblick wenigstens zum Theile mit in die Zersetzung hine
werden.

Wir (Bischoff und Voit, Voit) statuiren hiemit einen Unterschie
dem cirkulirenden Säftematerial des Organismus, *Blastem* oder Pl
schoff und Voit), *cirkulirender Vorrath*, *Vorrathseiweiss*
den festen Bestandtheilen desselben: den Zellenhüllen, Zellenkernen,
dem Zellinhalt abgelagerten festeren Partikeln, den geformten Organ
letzteren fallen zwar auch der Zersetzung anheim, aber es sind bei
Stoffänderungen weit langsamer als bei den flüssig beweglichen Masse
die Zellen durchströmen und bald Bestandtheile einer Drüsenzelle,
Muskelschlauches oder des Blutes oder einer Nervenröhre sind.

Die Zersetzungen dieses Blastems erfolgen nach inneren, im (
selbst gelegenen Bedingungen. Nur soviel Sauerstoff, als von den Blut
in der Athmung gebunden wird, kann vom Körper zu Oxydationen
werden. Wir wissen, dass den Blutkörperchen vor allem die Aufg
den in das Blut aufgenommenen Sauerstoff den Geweben zu übertrag
einleuchtend, dass mit der Menge der vorhandenen Blutkörperchen bei
bender Cirkulationsgeschwindigkeit und Athmung die Oxydationsgröss
abwärts schwanken müsse. Es kann in einer gegebenen Zeit unter d
nen Einschränkungen nur eine bestimmte, für den jeweiligen Körper
Zahl der Blutkörperchen — unveränderliche Stoffmenge oxydirt w
geht aus den experimentellen Beobachtungen hervor, dass die Bedin
Oxydation im Organismus je nach der Menge der aufgenommenen Na
mit andern Worten nach der Masse des Blastems sehr schwankend se
Es nehmen vor allem mit dem steigenden Eiweissgehalte des cirkulir
rathes auch die Oxydationsbedingungen an Intensität zu. Man verm
damit auch die Blutkörperchenmenge steigt (Voit).

Liebig hat entscheidend darauf aufmerksam gemacht, dass die Q
aufgenommenen Sauerstoffes es ist, welche die Ernährungsverhältnisse

Pettenkofer und Voit haben den experimentellen Beweis geführ
Sauerstoffaufnahme eine verschiedene Grösse annimmt je nach der
Nahrung. Das genossene Eiweiss bestimmt die Sauerstoffaufnahme, le
und fällt mit der Menge des aufgenommenon Fleisches. Sehr wich
Verständniss der Fettwirkung ist es, dass durch aufgenommenes Fett
stoffaufnahme herabgedrückt wird, sodass dann, wenn zu einem
Gewichte Fleisch, welches eine bestimmte Sauerstoffmenge aus der L
men liess, nun noch Fett dazu gegeben wird, die Sauerstoffaufna
Ebenso ist es bei Aufnahme von Zucker und Leim (?) zu Fleisch. Alle
wirken vermindernd auf die Sauerstoffaufnahme ein. Wenn wenige
aufgenommen wird, werden auch die Oyxdationen geringer. Es kan
den aufgenommenen Stoffen ein Theilt unverbrannt gespart werden,
Organbestandtheilen werden kann, indem er aus dem cirkulirenden
heraustritt. So kann Massenzunahme der Organe — Mästung — eint

Es wirkt auch *Muskelbewegung* auf die Sauerstoffaufnahm
ein. Das Gegentheil bewirkt Ruhe schon für sich. Aeusserst wich
aber, *dass in der Ruhe während der Nacht im Schlafe v*
den Menschen ein Sauerstoffvorrath aufgenommen u

wird, der erst in den wachen Stunden nach und nach hrt.

erstoff verhält sich, wie schon oben angedeutet wurde, in ganz vereise gegen die im Organismus vorhandenen Stoffe. Während die festen neist einer sehr langsamen Zersetzung unterliegen, etwa 1 % täglich rleidet die cirkulirende Säftemasse einen sehr raschen Verbrauch,

Je grösser dieser Zersetzungsvorrath der cirkulirenden Säftemasse it — welcher je nach der Nahrung, welche aufgenommen wurde, er niemals einige Pfunde flüssig gedachtes Fleisch (Eiweiss + 75 % aq) — desto bedeutender ist die Gesammtzersetzungsgrösse. Letztere Falle, dass eine reichliche Ernährung stattfindet, also in geringerem er Masse der festen Organe, in höherem von dem Blasteme (Vorrath, Eiweiss Voit) ab. So kann es kommen, dass ein Organismus, welnissmässig wenig feste Organe besitzt, ebenso viel oder mehr ausein anderer, welcher ihm in ersterer Beziehung weit überlegen ist, r cirkulirenden Verbrauchsvorrath in sich enthält, da er in der letzten oder andere Nahrung erhalten hat.

igerzustande, in welchem schliesslich der Blastemvorrath auf ein erabgesetzt wird, kommt nun dagegen die Organmasse zur überwieltung. Die Organe sind, was ihre festen Theile betrifft, Reservoirs, der Organismus Stoffe in seinen Zersetzungsvorrath herein nehmen eift so das Grundkapital an, was bei mangelndem Ersatze schliesslich neidlichen Bankerott des Organismus führen muss. Je gefüllter diese sind, desto mehr kann an den Zersetzungsvorrath abgegeben werden, icht aber die Zersetzungsgrösse des Organismus eine untere Grenze, ie sie nicht weiter herabsinken kann, es bleibt dann die Menge der in t ausgeschiedenen Zersetzungsprodukte konstant zum Beweise, dass aber genau bestimmte Zersetzungsgrösse für die Erhaltung des Lebens mus unumgänglich nöthig ist.

bt sonach ganz verschiedene Körperzustände, in welchen die Grösse itigen Zersetzung genau die gleiche sein kann.

üssen stets die Organismen je nach der Masse ihrer festen Organe oder Zersetzungsvorrathe ins Auge fassen. Es existiren hierin die grössten gen; die mannichfaltigsten Kombinationen von Organmasse und Vorn ein gleiches Resultat in Beziehung auf den Stoffverbrauch hervorIT).

ir gesehen haben, dass unter Umständen — im Hunger — aus den ler Organe Stoffe in den Verbrauchsvorrath abgegeben werden können, Organismus also an Organmasse abnimmt: abmagert; ebenso kann rrath an die Organe abgegeben werden, sodass der Körper organnästet wird. Diess tritt nach den obigen Andeutungen dann ein, wenn sverhältniss zwischen der Menge der genossenen Nahrungsmittel und mmenen Sauerstoffs zu Gunsten der ersteren einstellt.

n Untersuchungen von Bischoff und Voit werden die allgemeinen Stoffwechselolgender Weise dargestellt, soweit sie sich auf Organ, Plasma und Sauers Faktoren des Stoffwechsels, beziehen:

Die Umsetzung (Stoffwechsel) ist stets das Produkt aller drei Faktoren auf … ist denselben direkt proportional.

Die Grösse der Umsetzung wird also steigen, wenn die Masse des Organs … zunimmt; sie wird fallen, wenn die Masse des Organs klein ist oder abnimm… gewisser Grenzen immer unabhängig von der Menge des Plasma oder des Saue…

Die Grösse der Umsetzung wird ebenso steigen, wenn die Masse des Plasm… auch wenn die beiden anderen Faktoren nicht zu sondern vielleicht sogar abne… bei annähernd gleichbleibenden anderen Faktoren die Menge des Plasma abnim…

Die Grösse der Umsetzung wird endlich steigen, wenn die Menge des Sauc… nimmt, auch wenn die Masse des Organs oder des Plasma nicht grösser wir… abnimmt; sie wird abnehmen, wenn die Menge des Sauerstoffs direkt oder ind… ein Theil des Disponiblen anderweitig in Beschlag genommen wird, abnimm… setzung kann stets nur unter gleichzeitiger Berücksichtigung aller drei Faktoren… werden.

Die Beziehungen des Blutes zu dem Plasma (cirkulirendem Eiweiss, Vor… werden bei der Besprechung der Blutmenge und deren Vertheilung im Organis… delt werden.

Fleischnahrung.

Nach dem Gesagten ist der Werth der verschiedenen Nahrungsst… Organismus sehr verschieden.

So absolut nothwendig in der Nahrung Eiweissstoffe vorhanden s… um ihren fort und fort eintretenden Verlust zu ersetzen, so wäre es… kommen falsch, sich durch diesen Gesichtspunkt zur Annahme verleite… als wäre das Fleisch unter allen Umständen das zweckmässigste Nah… Da es die Sauerstoffaufnahme steigert, so darf es da nicht in zu gros… gereicht werden, wo es darauf ankommt, einen herabgekommenen … wieder organreicher zu machen.

Es ist bis jetzt noch niemals gelungen, einen menschlichen Org… reiner Eiweisskost — mit fettfreiem Fleische z. B. vollständig zu er…

Die tägliche Kohlensäure-Ausscheidung des erwachsenen Me… trägt nach meinen mit dem Pettenkofer'schen Respirationsapparate … Versuchen etwa 760 Gramm oder 207 Gramm Kohlenstoff. Dies… während der Körperruhe nur sehr geringen Schwankungen unterworf… gerzustande fanden sich während des ersten Hungertages 663 Gram… 181 Gramm C, bei übermässiger gemischter Kost belief sich die Ste… auf 926 Gramm CO_2 oder 252 Gramm C.

Es ist deutlich, dass wir es hier mit einem ziemlich gleichbleibe… zu thun haben.

Nehmen wir nur 200 Gramm C als die wahrscheinliche Respiratio… dung in 24 Stunden an, so bedürfen wir allein zur Deckung dieses … 1599 Gramm fettfreies Fleisch, das bei einem Wassergehalt von 75,9 … Kohlenstoff enthält. Da in 100 Gramm Fleisch 3,4 Gramm Sticksto… sind, so berechnet sich der Gehalt an diesem Elemente in den 1… Fleisch auf 54,4 Gramm. Bei der Zersetzung des Fleisches verläs… ganze N-Menge den Organismus als Harnstoff. Um für diese N-Meng… derliche Gewicht an C zur Harnstoffbildung zu erhalten, bedarf es ei… Zersetzung von 200 Gramm Fleisch, sodass die für einen Erwachsenen…

merkenswerth, dass der Ansatz von Muskel bei fettreicher Fleisch- t so sehr bedeutend ist, wie man ihn erwarten sollte. Die grösste Nahrung verwendeten Eiweisses bleibt in dem cirkulirenden Säfte- n den Organen sich festzusetzen, sodass bei Fleischkost die Eiweiss- e enorme in 24 Stunden ist. Während ein gesunder Mann in einem Gramm Harnstoff ausscheidet, der grösstentheils aus dem zersetzten tammt, kann die Harnstoffausscheidung durch Fleischgenuss bei neit bis auf 86 Gramm gesteigert werden (J. Ranke). Nehmen wir ass die mechanischen Arbeitsleistungen des thierischen und mensch- mus in der Eiweissoxydation ihre Quelle haben, so müssen wir uns nsicht hinneigen, dass ein solcher, so massenhaft Albuminate zer- nismus auch die grösste Kraft müsste entwickeln können. Es ist hierauf interessant, dass die heutigen englischen Faustkämpfer wie pfer im klassischen Alterthume sich durch fortgesetzten fast aus- Fleischgenuss auf ihre enorme Kraftleistung vorbereiten.

s bringt ein bedeutend gesteigerter Fleischgenuss nicht sofort das räftigung hervor. Das erste Gefühl ist stets eine ganz auffallende Abgeschlagenheit der Muskeln verbunden mit nervöser Aufregung, s zur Schlaflosigkeit steigern kann. Vielleicht haben wir hierin die plötzlich in so grosser Menge aus den Verdauungsorganen in das da in die Organe — Muskeln und Nerven — gelangenden Kalisalze von denen wir schon wissen, dass ihre Wirkungen den eben ge- tsprechen.

Mitgetheilte stützt sich vor allem auf die Ergebnisse der Ernährungsversuche, schoff und Voit und Pettenkofer und Voit sowie von Voit allein am Fleisch- gewonnen wurden. Sie wurden durch meine Versuche am Menschen auch ssentheils bestätigt; in neuerer Zeit haben auch Pettenkofer und Voit Unter- Menschen angestellt. Es ist interessant, die Ernährungsgesetze für den wie sie von den genannten Forschern gefunden wurden, hier direkt zu ver-

»3) Erhält der Hund grössere Fleischmengen als zum vollständigen Ersatze so setzt er den Ueberschuss an. An dem folgenden Tage genügt indessen dieselb Fleisch schon nicht mehr, um denselben Ansatz hervorzubringen, sondern wieder nur zum Ersatz gebraucht. Ein weiterer Ansatz von Fleisch wird nur während gesteigerte Nahrungsmengen erzielt.«

»4) Ist man auf diese Weise zu einem Maximum gekommen, so frisst der mehr; er verliert dann rasch an seinem Gewicht und erlangt nun wieder die Fäh Nahrung zu sich zu nehmen.«

»5) Wie schon erwähnt, verbraucht der Hund bei steigenden Fleischme weniger Fett von seinem Körper, bis er, wenn er von seinem Körper kein Fleisc giebt, dann auch kein Fett mehr verliert. Er entwickelt jetzt alle Wärme au umgesetzten Fleisches.« —

Aus dem Gesagten erhellt, »dass, wenn man ein Thier durch Fleisch allein m fleischreicher machen will, so bedarf es dazu grosser Mengen. Im Anfange, w schlecht bei Fleisch ist, wird der Ansatz stark sein, allein so wie es sich entwi mit der Menge der Nahrung fortwährend gestiegen werden, weil mit der Verm Masse des Thieres sich der Umsatz immer mehr steigert.«

Meine am Menschen gewonnenen direkten Versuchsergebnisse bestätigten im für das Hauptobjekt der Physiologie diese Ernährungsgesetze. Nur ergiebt sic mehrmals erwähnte Unterschied, dass es mir nicht gelang, eine vollkommen mit Fleisch zu erreichen. —

Wir treffen hier offenbar auf Unterschiede der Omnivoren von den Fleis Beziehung auf die Ernährung. Der von Bischoff und Voit zu ihren Untersuchun nur halb so schwere Hund vermochte ganz gut 2500 Gramm (5 Pfd.) fettfrei fressen, zu verdauen und umzusetzen; der Mensch vermag dies nicht, wenigste untersuchte Individuum. Es tritt hier gewiss die Einwirkung der Gewöhnung de darms an gemischte und darum weniger voluminöse, reichliche Kost in Wirks dem Menschen machte ich zuerst die allgemeine Beobachtung, dass bei überma zufuhr von dem Eiweiss desselben im Körper eine reichliche Menge zurück Vorrath angesetzt werden kann, während gleichzeitig noch Fett vom Körper wird. Diese Möglichkeit war bis dahin für andere Versuchsobjekte noch nich worden. Die Erklärung liegt in dem relativen Fettreichthum des menschlich Auch Voit giebt neuerdings zu, dass auch bei dem Hunde die Fleischnahrun nur dann auf seinem Bestande zu erhalten vermag, wenn derselbe schon kräftig, fettarm ist.

Als Versuchsbeispiel stehe hier folgender von mir an der eigenen Person an stündige Versuch:

Anfangsgewicht (rein = ohne Koth im Darm)	72,927 Kilogramm	
Endgewicht - - - - -	72,781	-
Differenz-Abnahme trotz der grösstmöglichen Fleischaufnahme:	146 Gr	

Einnahmen:		N	C	Ausgabe:
1832 Gramm Fleisch	Nahrung	62,29	229,36	86,3 Gramm Harnstoff . . . .
70 - Fett		0	50,27	1,95 - Harnsäure . . .
3374cc Wasser.				99,00 - Koth . . . . . .
34 Gramm Kochsalz.				In der Respiration . . . . .
				2073cc Harn.
				26,6 Gramm Kochsalz.

Die Differenz in den Einnahmen + 18,1 Gramm N und den Ausgaben entsprich rohen Fleisches, die in irgend einer Form im Körper zurückgehalten, angesetzt die Ausgaben zu decken, müssten mit Rücksicht auf diesen Ansatz noch 25,14 zersetzt werden, die vom Körper geliefert wurden. Es ergibt sich dann imm

ahme von 71 Gramm durch Wasserverlust. In zwei anderen Versuchen betrug :htsverlust des Körpers bei übermässiger Fleischnahrung sogar: 1179 und 1089

en wir auch an, dass es für den Menschen möglich sei, ihn allein von Albuminaten en, so stellt sich doch heraus, dass diese Ernährungsweise wenigstens nicht sparnt werden könnte. Das Eiweiss ist für sich, der inneren Konstitution seiner Eleffe wegen, nur sehr wenig dazu geeignet, den fort und fort stattfindenden Stoff- und rauch des Organismus allein zu bestreiten. Am sparsamsten d. h. mit dem geringicht an Nahrungsstoffen kann eine vollständige Ernährung durch einen reichlichen n Fett zum Eiweisse erreicht werden.

der geringe Sauerstoff des Fettes neben seinem grossen Gehalt an Kohlenstoff und off abgesehen von seiner Beeinflussung resp. Beschränkung der Sauerstoffaufnahme spiration haben darauf hingedeutet, dass dieser Substanz eine bedeutende Rolle im , dessen Kraftproduktion auf Verbrennungsvorgängen beruht, zugetheilt sein Die experimentellen Erfahrungen an Thieren und Menschen zeigen, dass wir eine ige Menge von Albuminaten zu geniessen brauchen, wenn dem Körper genügend führt wird.

genug Fett im cirkulirenden Säftevorrath des Organismus vorhanden ist, so ist der h an Eiweiss ein sehr geringer. So muss also, wie bekannt, ein fettreicher Organis-Hunger ohne allzu grossen Kräfteverlust, Verlust an Muskelsubstanz, länger ertragen ls ein fettarmer, da ersterer wenigstens anfänglich mehr Fett aus seinen Organen lirenden Säftemasse beizumischen vermag, sodass in ihr das Eiweiss-Fettverhält-e ein relatives Plus zu Gunsten des Fettes ergeben kann.

asche Eiweissansatz bei reichlicher Fleischfütterung und der dadurch so enorm zu de Eiweissverbrauch des eiweissreicher gewordenen Körpers hat durch Voit dadurch reichende Erklärung gefunden, dass das Eiweiss dabei zunächst nicht fest in den abgelagert, also zu Organ wird, sondern dass es im Plasma bleibt (cirkulirendes Vorrathseiweiss Voit's). Das Plasma scheint nun eine viel raschere Zersetzung zu als das Organ. Es nimmt durch Eiweissnahrung zunächst der Eiweissreichthum s zu. Empfängt das Blut mehr Eiweiss von der Nahrung, so schwillt der durch gehende Strom eiweisshaltiger Flüssigkeit (Plasma) an, und es wird mehr Eiweiss etzung hineingezogen. Die Zersetzung ist um so grösser, je reicher an Plasma Voit's) der Organismus ist. Nach mehrtägigem Hunger ist dieser vergängliche Vorzehrt, aber von den täglich verlierenden Organen wird bis zum letzten Athemzuge cht; der Verbrauch sinkt, weil dieser Organverlust langsam vor sich geht. Wird aber gegeben, und zwar ausschliesslich eiweissartige Substanz, so vermehrt diese zum grössten Theil nur den »Vorrath« und fällt somit der Zersetzung anheim; man muss hr viel reine Eiweissnahrung einnehmen, um schliesslich den Verlust an Organzu decken, und stellt auch durch die grösstmögliche Quantität desselben nie einen eiweiss« reichen Körper her. Durch grösstmögliche Eiweisszufuhr in der Nahrung Eiweissumsatz um das 15fache beim Hund steigen, ohne dass (erheblich) Muskel--Fleisch angesetzt wurde. Ist der »Vorrath« durch reichlichen Zufluss angewachsen, n genöthigt, wenn er nicht wieder abnehmen soll, diejenige Menge Eiweiss, welche igt hat, fortwährend darzureichen. So regulirt sich der Stand des »Vorrathseiweisses« oit). Nach einer reichlichen Mahlzeit nehmen wir mehr Sauerstoff in uns auf und hen mehr Stoffe (vor allem Eiweiss) als sonst, da sich mehr Eiweiss in dem cirku-Plasma befindet. Dadurch befreit sich der Körper rasch von der überreichlich aufenen Stoffmenge.

Hungerzustand.

Der Hungerzustand ist von dem Zustande der Ernährung nicht pr verschieden. Die Lymphgefässe saugen fortwährend die in den Organen denen flüssigen Nährstoffe ein und führen sie dem Blute zu. Bei der Er wird nur ein Organ — der Darm — künstlich von aussen her mit Nä überladen, sodass er plötzlich eine so grosse Säftemasse dem Blute ü kann, dass man die fort und fort genau in derselben Weisse stattfinden rung des Blutes aus den anderen Organen darüber zu übersehen geneig nach der eiweissreicheren oder fettreicheren Zusammensetzung der Org denen die Säftemasse ihre Speisung zieht, je nach der Menge des von ein ren Ernährungsperiode noch vorhandenen Plasmas (cirkulirenden Ei muss selbstverständlich der Hungerzustand bei verschiedenen Individuen verschieden sein, wie verschiedene Ernährung.

Ein hungernder Organismus der kein Fett besässe, müsste seine Körperverluste allein aus seinem Körpereiweiss bestreiten, er bedürf eine sehr grosse Menge von Stoff ähnlich, als wollte er sich sonst durch Fleischnahrung erhalten. Je fettreicher er ist, je mehr Fett demnach de vorrath aus den Organen neben Eiweiss übergeben werden kann, desto wird sein Eiweissverbrauch sein, da nun ein Theil seiner Leistungen a des Fettes bestritten wird.

Ein fettreicher Organismus verbraucht im Hunger also zuerst ein Fett, sodass sich 'endlich das Eiweiss-Fettverhältniss seiner Organe zu des Eiweisses modificiren muss; schliesslich wird ein Zustand eintreten, chem das Eiweiss ein gewisses Uebergewicht über das Fett erhält, dass hungernden Organismen der Eiweissverbrauch gegen den Fettverbrauc etwas zunimmt, während vorher eine Reihe von Tagen hindurch der Verbrauch, also auch die täglichen Ausscheidungen durch Respiration u sich gleichmässig erhält.

Man sieht aus dem bisher Gesagten, wie wenig wir auch für den zustand eine für alle Organismen allgemein geltende Verbrauchsregel können. Ebenso wie bei verschiedener Nahrungszufuhr von aussen her satzverhältnisse ganz verschieden sich gestalten, ebenso müssen sie wenn die »innere Nahrungszufuhr aus den Organen« eine verschiedene kein Organismus mit einem anderen in Beziehung auf seine Körpersto nisse ganz identisch ist, so ist auch der Zustand des Hungers bei jedem schiedener und wird für jeden quantitativ verschiedene Folgen haben.

Der Verlust an Organstoffen, welchen der Hungernde in 24 Stunden ist im Allgemeinen ein nur sehr geringer. Sehen wir von der Salz- und abgabe ab, welche natürlich fort und fort stattfindet, so beträgt der K kaum ein ganzes Procent.

Beobachtungen am Menschen, die uns hier vor allem interessiren, dass auf 1 Kilogramm des menschlichen Körpers am zweiten Hungertage ein Verlust von 0,13 Gramm Stickstoff und 2,59 Gramm Kohlenstoff trif

Diese geringen Stoffmengen, welche täglich verloren gehen, mache ständlich, dass der thierische und menschliche Organismus, besonders

ıd damit auch, wegen der im Trinkwasser enthaltenen anorganischen Salzaufnahme nicht gehindert ist, den Hunger so lange erträgt, so dass ırch Mangel an Nahrungszufuhr allein meist erst zu Ende der dritten ritt.

lgemeinen Selbstverzehrung entsprechend findet sich die Organmasse ngerten sehr vermindert. Die Fettablagerungen sind gänzlich ver-ı, auch die Muskeln sind sehr reducirt, während das Nervengewebe erz öfters wenig Verluste zeigen. Der Tod tritt ein, nachdem das Kör-; etwa auf die Hälfte herabgesunken ist. Für den Menschen wurden einer Anzahl von 48stündigen Hungerversuchen die für den Fleisch-vonnenen Resultate bestätigt.

len Bestimmungen VOIT's war der Verlust, den die Organe einer verhungerten Katze ıtten, folgender:

	100 Gramm frisches Organ verloren:	100 Gramm trockenes Organ verloren:
Knochen	13,9 %	— %
Muskeln	30,5 ,,	30,2 ,,
Leber	53,7 ,,	56,6 ,,
Nieren	25,9 ,,	21,3 ,,
Milz	66,7 ,,	63,1 ,,
Herz	2,6 ,,	— ,,
Gehirn und Rückenmark	9,2 ,,	0 ,,
Fettgewebe	97,0 ,,	— ,,
Blut	27,0 ,,	17,6 ,,

ırgane werden durch den Hunger wasserreicher. Bei einer verhungerten Katze h VOIT der Wassergehalt der Muskeln bis auf 76,5% gestiegen, während er bei einer ährten Katze 74,6% betrug. Bei Fröschen sinkt nach meinen Beobachtungen die ster Stoffe in den Muskeln während des Winters, indem diese Thiere keine Nahrung n von 21% auf 17%, während der Wassergehalt entsprechend steigt. Das Blut Hunger proportional dem Körpergewichte und Muskelgewichte ab (PANUM).

uernde Ernährungsstörungen machen sich beim Menschen in derselben Richtung Bei einem alten an Marasmus verstorbenen Manne z. B. waren die festen Bestand-ıer Organe bedeutend vermindert und durch vermehrtes Wasser ersetzt. Zur Ver-g stelle ich meine Beobachtungen mit denen von E. BISCHOFF zusammen, die er n gesunden Hingerichteten in mittleren Jahren gewann:

100 Gramm feuchtes Organ enthalten feste Bestandtheile

	I. Mann im mittleren Alter:	II. Mann, alt:
Muskeln	24,3 %	15,2 %
Gesammthirn . . .	25,0 ,,	19,5 ,,
weisse Gehirnmasse	— ,,	27,0 ,,
graue ,,	— ,,	12,8 ,,
Rückenmark . . .	30,3 ,,	27,1 ,,
Blut (normal) . . .	21,0 ,,	11,0 ,, (bei einem durch Typhus erschöpften Mann von 46 Jahren).

der Beobachtung von VOIT an der Katze hatte das Gehirn am wenigsten von der tten Ernährungsstörung gelitten. Auch beim Menschen kann sich das Gehirn am frei erhalten von den Störungen, die der Gesammtorganismus erleidet. Wir sehen dehnten Ernährungsstörungen (Krankheiten) nicht selten die geistigen Thätigkeiten voller Frische, während die übrigen körperlichen Funktionen z. B. Muskelleistung

ganz darniederliegen. Störungen des Gesammtorganismus zeigen sich meist weiter gehenden Fällen auf die chemische Zusammensetzung dieser Organe barem Einfluss. So sehen wir, wie die vorstehende Tabelle ergiebt, bei nährungsstörung die Abnahme an festen Stoffen im Muskel und den übrigen in Hand gehen mit einer wenigstens ebenso starken Abnahme an festen Stoffen und Rückenmark.

Die Frage, warum der Tod bei dem Verhungern eintritt, früher als die zehrt sind, ist noch nicht vollkommen gelöst. Es scheint, dass die grosse Wass welche die Organe erkennen lassen, die nöthigen Oxydationen nicht mehr in eintreten lassen, wie dieses aus bei der Ermüdung der Muskel stattfindet. Wassergehalt ermüdet Nerven und die Muskulatur; der Schwächezustand der ist wenigstens theilweise auf dieses Verhältniss zu beziehen. Eine solche müdung oder Halblähmung der gesammten Muskulatur wird selbstverständlich funktionen wesentlich beeinträchtigen, besonders die Herz- und Athembewegung die grosse Reihe von Störungen, die sich daraus sekundär ergeben muss, allein als Todesursache gelten kann.

Nach Voit ist, wie sich aus dem oben geschilderten Verhalten des Plasmas ergibt verbrauch von Albuminaten im Hunger im Allgemeinen um so bedeutender, je vor der Hungerperiode das Versuchsthier mit eiweissreichem Futter genährt war. wird mehr Eiweiss zersetzt als in den mittleren Tagen, zuletzt wieder mehr angegebenen Gründen). Der Eiweissverbrauch eines Hungernden ist keineswegs des zum Leben absolut nothwendigen Bedarfs an Nahrung; diese Menge schützt dem Hungertode (Voit). Auch im Hungerzustande rufen alle Momente, welche lation des Eiweisses und den Uebergang von Organeiweiss in »Vorrathseiweiss« einen grösseren Eiweissumsatz hervor, wie z. B. Genuss von Salzen, reichlich trinken, entzündliche Processe etc.

Aus meinen Hungerversuchen an mir selbst angestellt wähle ich einen als spiel für den Menschen aus.

Hungerversuch.

Beginn des zweiten Hungertags Mittags. Das körperliche Befinden voll mal, kein Schwächegefühl; die Zimmertemperatur betrug im Mittel 19,5° C. Nacht der Schlaf unruhig. Am Morgen stellte sich Schwere im Kopf, Magend ziemliches Schwächegefühl ein. Das Hungergefühl zeigte sich nur bei der gewöhn ausfallenden ersten und zweiten Nahrungsaufnahme, am Ende des Versuchs bemerkbar.

Körpergewicht vor dem Versuch (rein)	69643	Gramm
,, nach ,, ,, ,,	68513	,,
Abnahme	1130	,,

Aus den Ausgaben in Harn und Respiration wurden die Stoffverluste des K nahmen) berechnet für 24 Stunden des zweiten Hungertags:

Ausgaben: (bestimmt)	N	C	Einnahmen: (berechnet)	N
17,025 Harnstoff	7,9455	3,5654	50,7 Gramm Albumin	8,02
0,236 Harnsäure	0,0786	0,0843	198,1 ,, Fett	0
In der Respiration	0	180,8500	Summe	8,02
Summe	8,024	184,5		

Der berechnete Gesammtverlust an Albumin und Fett beträgt 248,8 Gramm; men noch 7,7 Gramm Extraktivstoffe und Salze, die im Harn ausgeschieden w

t an festen Stoffen beträgt sonach 256,5 Gramm, es treffen also von dem Gesammt-rgewichtsverlust von 1130 Gramm auf Wasserverlust: 873,5 Gramm.

ber die allgemeinen Folgen des Hungers vergleiche man bei »Nahrungsbedürf-

n hat bei Menschen noch nach langem Hunger Bestimmungen des Harnstoffs, der in nden ausgeschieden wurde, gemacht. Ich sah seine Ausscheidung bei Kranken, die oder gar keine Nahrung aufnahmen, auf 8—9 Gramm pro die sinken. Es geht also eisszersetzung bis zum Hungertode fort (LASSAIGNE, SCHERER, C. SCHMIDT, BISCHOFF SEEGEN's neue Bestimmungen stehen bei »Harnstoff«).

Fettnahrung.

e Erklärung für die oben mitgetheilte Thatsache, dass das Fett, welches r Nahrung oder aus den Organen in die cirkulirende Säftemasse kommt, weissverbrauch herabsetzt, ergiebt sich aus der Wirkung des Fettes, die offaufnahme zu beschränken (cf. Blutmenge).

eichzeitig begünstigt (nach VOIT) das Fett den Uebergang das Plasma-es in Organ-Eiweiss, d. h. den Ansatz des Eiweisses im Organ, das dann gerem Masse der Zersetzung unterworfen ist. Der Eiweissverbrauch des mus kann niemals durch Fett gänzlich vermieden werden. Stets ist in rkulirenden Säftevorrath neben dem Fett noch Eiweiss vorhanden, welches ydationsbedingungen mit unterliegt. Dieser Eiweissverlust muss auch bei t, welche den Oxydationsbedürfnissen des Organismus sonst ganz genügen , wieder ersetzt werden, wenn nicht langsam eine Eiweissverarmung des s eintreten soll.

i vollkommenem Hunger verliert nach meinen Beobachtungen ein nicht er Mensch in 24 Stunden kaum mehr als $^1/_{10}$ Pfd. Eiweiss. Dadurch, dass Nahrung noch Fett gereicht wird, sinkt dieser Verlust noch etwas herab.

ir sollen auch hier die Lehrsätze, welche BISCHOFF und VOIT nach ihren Untersuchun-m Fleischfresser in Beziehung auf die Fettfütterung aufgestellt haben, anreihen. Sie ns für den Menschen vollkommene Geltung. Die Versuche lehren:

» Dass die Umsetzung stickstoffhaltiger Körpertheile und der Verbrauch des Fleisches en Ersatz durch den Genuss von Fett nicht gehindert wird.«

) Dass selbst die Vermehrung des Umsatzes dieser stickstoffhaltigen Körpertheile durch hrte Fleischnahrung, durch Verbindung mit Fett nicht verhindert wird, sondern der-in gleicher Weise steigt, als wenn auch vermehrte Mengen von Fleisch allein gefüttert en.«

) Dass ferner sogar das Fett und vermehrte Mengen desselben den Umsatz der stick-altigen Körpertheile vermehren.«

Eine solche Vermehrung des Umsatzes findet bei jeder Vermehrung des cirkulirenden vorrathes statt, wie er stets durch Nahrungsaufnahme erfolgt. Es finden sich ja, wie esehen haben, die Bedingungen der Zersetzung während die Flüssigkeit die Zellmem-n durchsetzt. Je grösser die gleichzeitig wandernde Flüssigkeitsmenge, desto grösser auch die in ihr stattfindende Zersetzung sein, wenn eine dazu ausreichende Sauerstoff-e vorhanden ist).

) Dass aber dennoch das Fett stets die Umsetzung der stickstoff-igen Körpertheile um eine bestimmte Grösse herabsetzt, welche grösser ls diejenige, welche nach dem vorhergehenden dritten Satz dem Umsatz vermehrt. ich dieser den Umsatz des Fleisches vermindernde Einfluss des Fettes an und für sich gross ist, kann es dadurch dennoch erzielt werden, dass die Menge des gleichzeitig

dem Thiere zu gebenden Fleisches nur $^1/_3$ bis $^1/_4$ derjenigen zu sein braucht, d
ohne Fett geben muss, wenn es von seinem eigenen Fleische und Fette Nichts ve

»5) Dass endlich der Verbrauch an Fett vom Körper durch das Fett in de
nach der gereichten Menge Fett und Fleisch vermindert oder ganz vermieden,
ein Ansatz von Fett erzielt werden kann.

Voit erklärt die Wirkung des Fettes, Eiweiss der Nahrung zu ersparen, jetz
wie früher (Bischoff und Voit) dadurch, dass die stickstofffreien Stoffe als leic
bar« den Sauerstoff für sich in Beschlag nehmen und dem Eiweiss entziehen;
nur, dass die genannten Substanzen nicht leichter als das (cirkulirende) Eiweiss
Er erklärt jetzt diesen Erfolg bedingt durch den Uebergang eines Theils de
zersetzenden »Vorrathseiweisses« in »Organeiweiss«. Während mit Eiweiss allei
zeugung von »Vorrathseiweiss« der Verlust von Organeiweiss und Fett nur schwe
werden kann, wird bei der Zumischung einer bestimmten Menge der stickst
stanzen (z. B. Fett) das aus der Nahrung ins Blut gelangte Eiweiss zu gutem Th
eiweiss, und es genügt daher eine viel geringere Menge davon, etwa doppelt s
Hunger für den Hund, das abgegebene Organeiweiss zu ersetzen. Nicht die ab
stickstoffloser Substanz bedingt den Uebergang ins Organ oder den »Vorrath«,
Relation zum Eiweiss; auch bei der grössten gleichzeitigen Fettzufuhr kann
zum Vorrath sich mengen, sobald es in verhältnissmässig bedeutender Quan
wird. In einem fetten Körper bildet daher eine gewisse Gabe von Eiweiss fas
eiweiss, während in einem fettarmen vor allem der »Vorrath« vermehrt wird
auch die grösste Menge Eiweiss nicht mehr zur Deckung des Organeiweissv
reicht. Der Arzt, welcher einen namentlich an Fett heruntergekommen
lescenten wieder in die Höhe zu bringen hat, muss der richtigen Beimisch
und Kohlehydraten zum Eiweiss das höchste Augenmerk schenken; eine einseiti
Vermehrung des »Eiweissvorrathes« könnte den von der Krankheit Erstandenen
tode weihen, wie Voit sich drastisch ausdrückt.

Ernährung mit Zucker, Stärke und Leim.

Alles was von der Wirkung des Fettes in der Nahrung neben Eiw
wurde, lässt sich auch auf den Zucker anwenden. Auch er kann Eiw
ren in dem auseinander gesetzten Sinne. Der Zucker ist in sofern noc
terer Bedeutung, als er auch das Fett des Körpers zu ersparen verm
daher, wenn ein Fettansatz gewünscht wird, ein zweckmässiger Zusat
rung. Doch bedarf es dazu, dass der Zucker den Umsatz soweit he
soll, dass der Ersatz durch die stickstoffhaltige Nahrung ausgeglichen
Fett vom Körper mehr verbraucht wird, grösserer Mengen als vom
Zucker enthält ja weit mehr Sauerstoff als das Fett, es nimmt also
Gewicht Zucker weit weniger Sauerstoff in Beschlag als Fett. Zwei Th
oder Zucker leisten nach Pettenkofer und Voit im Körper des Fleisch
Gleiche wie ein Theil Fett, was mit Liebig's älteren Angaben ziemli
stimmt. Indem er nach dem Sauerstoffverbrauch zur Verbrennung ei
Substanzmenge die verschiedenen Stoffe klassificirt, kommt er zu folge
tionen: Es entsprechen sich für die Wärmearbeit des Organismus:

100 Fett,
240 Stärkemehl,
249 Rohrzucker,
263 Trauben- und Milchzucker,
770 frisches fettloses Muskelfleisch.

rkemehl hat in der Nahrung die Bedeutung wie der Zucker. Wir ren, dass es durch die Verdauungsorgane in Zucker verwandelt wird)rganismus nicht als Stärkemehl sondern als Zucker zur Wirksam-

m und die leimgebenden Gewebe spielen ebenfalls eine den ohlehydraten ähnliche Rolle. Der Leim zersetzt sich zu Harnstoff, ı Zersetzungsprodukte nehmen Sauerstoff in Beschlag und ersparen m cirkulirenden Säftevorrath vorhandene Stoffe: Eiweiss, Fett, etc.

eren oxydirbaren, in der Nahrung und in der cirkulirenden Säfte-ımenden organischen Stoffe haben den bisher genannten gegenüber n Werth. Sie dienen mit zur Ersparung anderer oxydabler Ma-ganismus, doch ist ihre Wirkung, ihres verhältnissmässig grossen ltes wegen, geringer.

sind die Extraktivstoffe des Fleisches zu rechnen, welche theilweise is noch weiter oxydirt werden. Das elastische Gewebe des Fleisches h seiner Unlöslichkeit in den Verdauungssäften wegen gar nicht zur gelangen.

raktivstoffen des Fleisches analog verwerthet der Organismus für ıngszwecke zum Theil die nicht giftigen stickstoffhaltigen Pflanzen-e organischen, sauerstoffreichen Säuren in Verbindung mit Alkalien. ınzenfaser (Cellulose) von den Wiederkäuern in ziemlicher Menge e, wurde oben S. 169 angeführt.

Kohlehydrate vermögen für einen Theil »Vorrathseiweiss« einzutreten. Leim ıze Quantität desselben ersetzen (VOIT). Er vermag, wie aus seiner Zusam-hervorgeht, in geringerem Masse Sauerstoff zu binden als Fette und Kohle-

hme der stickstofffreien Substanzen in den Organismus und zu ihrer Aus-erhaupt zur Ausnutzung der Nahrung ist eine gewisse Menge einer an Eiweiss anz in der Nahrung erforderlich. Die betreffenden Beobachtungen wurden bei der Hausthiere zu landwirthschaftlichen Zwecken (Mästung) gemacht. Wenn ımeln 14 Tage nur Kartoffeln gab, so kamen sie ausserordentlich herunter, weil her Theil der Kartoffeln unverdaut wieder abging; sobald er aber etwas eiweiss-r, z. B. Erbsen zusetzte, kam auch das Stärkemehl der Kartoffeln grossentheils ng. Auch BOUSSINGAULT beobachtete, dass seine Schweine bei Fütterung mit denen die beiden Klassen der Nährstoffe sich verhalten wie 1 : 8,7, an Gewicht ei einem Zusatz von Roggen, Erbsen, Molken etc., wodurch das Verhältniss der u den stickstofffreien Futterstoffen wie 1 : 5,5 wurde, sich mästeten. J. LEH-die gleiche Beobachtung wie BOUSSINGAULT; er fand weiter, dass seine Schweine rhältniss wie 1 : 3 an Gewicht wieder abnahmen.

el der Ernährung eines Menschen mit stickstofffreier Kost stehe hier auch ein angestellter Versuch von 24stündiger Dauer:

en:	N	C	Ausgaben:	N	C
ett	0	109,91	17,1 Gramm Harnstoff	7,98	3,42
tärke	0	114,50	0,54 ,, Harnsäure	0,18	0,19
ucker	0	38,27	95 ,, Koth	—	18,79
	0	254,68	In der Respiration	0	200,5
			Summe	8,16	222,9

Es wurde Wasser getrunken 1321cc
Harn entleert. 758cc
Das Anfangskörpergewicht (rein) 72425 Gramm
„ Endkörpergewicht „ 72722 „

Es hatte also eine Zunahme um 297 Gramm stattgefunden. Diese Zunah theils in Fettansatz, theils in Wasseransatz; der Körper wird auch nach de tungen Anderer bei stickstofffreier Kost wasserreicher. Der ausgeschiedene stammt theils von dem zersetzten Körpereiweiss, theils aus der Nahrung. Da Albumin beträgt trocken (für 8,16 N) 51,55 Gramm. Rechnen wir seinen Kohlen Gramm) zur Ausscheidung des Gesammtkohlenstoffs, so blieben 64 Gramm Ko Körper zurück entsprechend 81,5 Gramm Fett. Der Körper hat sonach 51,5 Gram verbraucht, dafür 81,5 Gramm Fett angesetzt, 30 Gramm mehr als er an festen brauchte; da er aber nur um 297 Gramm an Gewicht zunahm, so beträgt, abg den Salzen, die nur eine sehr kleine Korrektion bedingen, für Wassersa 267 Gramm.

Der Versuch zeigt recht deutlich, wie die blosse Zunahme an Gewicht sicher ein Zeichen von Zunahme der wesentlichen Organbestandtheile ist. Bei sehen wir z. B. dagegen das Gewicht sehr bedeutend bis über 2 Pfd. in 24 S nehmen, obwohl reichlich (über 1 Pfd.) Fleisch im Körper zurückgehalten worde

Einfluss anorganischer Stoffe auf die Ernährung.

Durch Voit hat das Kochsalz eine erneute eingehende Untersuc seinen Einfluss auf die Ernährung erfahren.

Nach seinen Beobachtungen vermehrt das Kochsalz den Eiweissu Organismus und zwar darum, weil es den »intermediären Stoffkreislauf schwindigkeit der Säftecirkulation von Zelle zu Zelle steigert.

Es wirkt (nach Voit) das Kochsalz im Organismus wie ausserhalb bei künstlich angestellten Diffusionsversuchen. Eine durch eine Mem schlossene Röhre, in die man eine Kochsalzlösung hereingebracht h wenn man sie ins Wasser herein senkt mit grosser Kraft Wasser an; d der Röhre wirkt wie eine Pumpe. Die gleiche Wirksamkeit entfaltet es nismus; es verdankt seine nützlichen Wirkungeu für den Körper vor al Eigenschaft, die Bewegung der Flüssigkeit von Zelle zu Zelle, von Organ einzuleiten (cf. unsere Darstellung der Hydrodiffusion).

Je rascher der Säftestrom erfolgt, je öfter ein und dasselbe Thei unter die Bedingungen der Oxydation gebracht wird, desto reichlicher w Zeiteinheit die Zersetzung ausfallen.

Es ist von selbst einleuchtend, dass dasselbe für alle anorgani Diffusion anregenden Körper- oder Nahrungsbestandtheile gilt; sie w die gleiche Wirkung wie das Kochsalz entfalten; für das Glaubersal diese Vermuthung durch Ernährungsversuche erwiesen.

Aus meinen Diffusionsbeobachtungen am Muskelgewebe geht he auch die leicht diffundirbaren Zersetzungsprodukte des Eiweisses Kreatin, Kreatinin etc. etc.) oder der Kohlehydrate (Milchsäure und d im Muskelsaft aufgefundenen organischen Säuren etc.) die gleiche Rol Auch sie steigern, wenn sie in grösserer Menge vorhanden sind, den in den Organen; ein Muskel, der durch angestrengte Arbeitsleistung sic

dukten seiner Substanz beladen hat, pumpt aus den ihn umgebenden n Wasser in sich ein und wäscht dadurch jene ihn ermüdenden Stoffe raus. Wie im Muskel findet natürlich auch in den übrigen Organen Vorgang unter den gleichen Bedingungen statt.

lurch Wasserzufuhr wird die Stoffzersetzung im Organismus verdem gleichen Grunde, den wir bei der durch Kochsalz gesetzten Stei- Umsatzes schon erkannten, nämlich dann, wenn durch das Wasser om auf eine höhere Stärke gehoben wird. Die gegentheilige Wirkung ein, wenn Wasser in den Organen gleichsam stagnirt, sodass sie an cher sind, ohne dass sie gleichzeitig eine genügende Salzmenge zur desselben in sich enthalten. So findet sich nach ermüdender Muskelder Muskel wasserreicher. Es hindert dann das Wasser die Stoffzerdem es sich zwischen die oxydirbaren Moleküle einschiebt, sodass auf en Raume die Oxydationsbedingungen weniger oxydirbare Substanz lso ihre Wirkung in geringerer Weise entfalten können als bei weniger en Organen. Es ist also unter Umständen das Wasser in den Organen ungsvorrichtung der Stoffzersetzung, wie sich das bei der Ermüluskels, welche im gesteigerten Wassergehalt einen ihrer Gründe hat besonders deutlich zeigt.)

Wassertrinken kann die Harnstoffausscheidung, die wir als ein Maass verbrauches im thierischen und menschlichen Körper ansehen, nicht d vermehrt werden.

regung der Diffusion im thierischen Organismus ist nur eine der eiten der Wirkung der anorganischen Bestandtheile der Nahrung.

aben schon die Wichtigkeit der Kalisalze und Phosphorsäure nzusammensetzung kennen gelernt.

Pflanzen ist es (zunächst durch Liebig) erwiesen, dass die Stoffbilzwar besonders von Eiweissstoffen nicht ohne die Kalisalze vor sich e, dass überhaupt das Wachsthum und die Zunahme der Pflanze an ntlich an die Anwesenheit der Kalisalze in der Pflanzennahrung ge- Die Beobachtungen über die wichtigen physiologischen Wirkungen e, vor allem der phosphorsaueren, haben darauf hingedeutet, dass die von den organischen Geweben s. v. v. mit Begierde aufgenomn, auch für die thierische Ernährung von der grössten Wichtigkeit . Durch die Untersuchungen Kemmerich's ist es erwiesen, dass die s Fleisches in der Nahrung genossen, z. B. in der Fleischbrühe, einen enden Einfluss auf die Organbildung, zunächst Fleischbildung haben. Virkung von Kalisalzen hat dieselbe Ernährung einen höheren Erfolg eselbe. Bei dem oben S. 118 dargelegten Imbibitionsgesetz der Orauf eine mögliche Erklärung dieser merkwürdigen Beobachtung hin- Aehnlich wie Kalisalze scheinen auch organische Extraktivstoffe des wirken, wenigstens wirkte in Kemmerich's Versuchen das »Fleischedeutender als seinem Gehalt an Kalisalzen allein entsprochen le. Dadurch bekommen wir einen neuen Einblick in die Gesetze des werths der einzelnen Nahrungsstoffe. Die Stoffe, welche den Fleischgünstigen, wirken ganz analog wie nach Voit's Darstellung das Fett, drate und der Leim, sie begünstigen die Bildung des »Organeiweisses«

aus »Vorrathseiweiss«, trotzdem sie für sich betrachtet den Gesamm
erhöhen. Diese Erfahrung ist ganz analog der oben angeführten der T
wo Eiweiss, dass für sich allein den Stoffwechsel steigert, den »Aus
licht. Der Kaligehalt des Bieres, der Molke, Milch, erlangt durch di
tungen seine Bedeutung. cf. S. 177.

Nahrungsmenge.

Nach diesen allgemeinen Betrachtungen haben wir uns nach d
verhältnissen umzusehen, in welchen die Nahrungsmittel gereicht wer
um den täglichen Körperverlust vollkommen zu ersetzen.

Es liegt sehr nahe, als unteres Maass dafür den Stoffverbrauch
zustande anzunehmen; — man ist versucht zu glauben, dass ein
zufuhr, welche den Hungerverlust deckt, auch eben zur Ernährung
sein müsse. Meine Untersuchungen ergeben für den Verbrauch im
dem Menschen im Durchschnitt etwa 50—60 Gramm Albumin und
Fett im Tage. Reicht man diese Nahrung, so bemerkt man sogleich,
Ersatz nicht ausreicht. Der Grund dafür liegt in der schon mehrfach b
Steigerung, welche der Umsatz erfährt, sowie durch Nahrungsaufnal
kulirende Stoffvorrath in den Organen vermehrt wird.

Ein besseres Maass gewinnt man aus der Bestimmung der Au
produkte, welche der Körper während 24 Stunden abgiebt, bei einer
ten, gewöhnlichen Ernährungsweise. Aus den bestimmten Zerse
können die unbestimmten Einnahmen berechnet werden.

Bei einem derartigen Versuche fand ich als Normalzahlen für d
dungsprodukte in 24 Stunden:

für Haut und Lungen:

791,1 Gramm CO_2
$= 215,7$,, C

für den Harn:

40,00 Gramm Harnstoff } = 18,85 N
0,53 ,, Harnsäure } = 8,20 C

Die Gesammtmenge des ausgeschiedenen Kohlenstoffs betrug
Das Verhältniss des N zum C in den Ausscheidungen beträgt:

1 : 12

Rechnen wir wie bei Hunger den ausgeschiedenen Kohlenstoff a
der Formel, welche Chevreul für Menschenfett aufstellte — 79% C
len —, so ergeben sich 200 Gramm Fett neben 122 Gramm Eiweiss.

Die Eiweissmenge in der gewöhnlichen Nahrung, die nur durch d
Appetit geregelt wird, beträgt demnach gerade das Doppelte des Eiw
des hungernden Organismus, während der Fettverbrauch in beider
gleich scheint, doch dürfen wir nicht vergessen, dass wenigstens ein T
auch von anderen kohlenstoffhaltigen Materien der Nahrung geliefert w

Es ist bemerkenswerth, dass das Stickstoff-Kohlenstoffverhä
Ausscheidungen auch bei grossen scheinbaren Aenderungen in der N
nahme, wenn diese dem Appetit zu bestimmen überlassen blieb,
1 : 12 gefunden wurde.

klar, dass die Nahrung unter allen Umständen etwas mehr Stoffe ent-
s, als die Exkrete rechnen lassen würden, da ja ein Theil der ersteren
: unverdaut wieder verlässt. Da die Verdauungsstärke der verschiede-
smen sehr verschieden sich verhält, so lässt es sich mit weiterer Rück-
einige analog wirkende Momente begreifen, wie die gleiche Nah-
hme z. B. bei den Genossen eines Kosttisches so verschiedene Erfolge
gen kann.

möglich, die Nahrung des Menschen nicht nur chemisch nach ihren
toffen zu bestimmen, sondern sie auch für längere Zeit hindurch
g zu halten; sodass man am Menschen ebenso wie an Thieren mit
chenswerthen Exaktheit Ernährungsversuche anstellen kann.

nem Mittelgewichte von 74 Kilogramm war meine Ernährung mit Nah-
ln, welche 15,22 Gramm N und 228,7 Gramm C enthielten, eine voll-
sodass ich eine Woche hindurch meine Körperausgaben damit vollkom-
tt. Die Zusammenstellung der einzelnen Nahrungsstoffe war möglichst
nlichen Essen der mittleren Stände nachgeahmt und sie kann wohl für
mstände als Normalmischung gelten.

ahrung bestand in Folgendem:

) Gramm	Fleisch . .	= 8,5	Gramm N	und	31,8	Gramm C
) ,,	Brod . . .	= 5,1	,, ,,	,,	97,44	,, ,,
) ,,	Stärke . .	= 0	,, ,,	,,	26,05	,, ,,
) ,,	Eiereiweiss	= 1,52	,, ,,	,,	5,99	,, ,,
) ,,	Schmalz . }	= 0,1	,, ,,	,,	67,94	,, ,,
) ,,	Butter . . }					
) ,,	Salz					
) Cc.	Wasser					
	Zusammen	15,22	Gramm N	und	228,7	Gramm C.

ickstoff-Kohlenstoff-Verhältniss beträgt hier:

1 : 15

eisch wurde vollkommen von dem anhaftenden Fett befreit gewogen
it einem Theile des Schmalzes gebraten; aus dem Reste des letzteren
rke, Eiereiweiss und Salz wurde ein »Schmarren« bereitet. Die Butter
Brode genossen.

llkommen diese Nahrung zur Deckung der Körperausgaben hinreichte,
s einer kleinen Tabelle erkennen, in welcher den chemisch bestimm-
nen in 24 Stunden, die ebenfalls chemisch bestimmten Ausgaben
rselben Zeit gegenüber gestellt sind:

	N	C
Einnahmen:		
In der Nahrung	15,22	228,72
Ausgaben:		
Im Harne	14,84	6,52
Im Kothe	1,12	10,6
In der Respiration	0	207,0
Zusammen:	15,96	224,6.

Die Fehler = Differenzen in den Bestimmungen sind nicht grösser einer chemischen Elementaranalyse der Nahrungsstoffe, wenigstens bei Mengen, wie sie hier vorliegen, sich auch würden ergeben haben. B diger Ernährung gleicht der Vorgang wirklich einer Elementaranalyse, genau soviel Stoffe im Körper verbrannt als in der Nahrung aufgenom den; doch muss man sich wohl vor der Meinung hüten, als seien rungsmittel, die in den Organismus eingeführt werden, direkt, welc selben während 24 Stunden so vollständig verbrennen. Es verbren aliquoter Antheil des cirkulirenden Säftevorrathes. Wenn einmal di Nahrung in diesen aufgenommen sind, so vermischen sie sich mit den handenen, und die Oxydationsbedingungen machen keinen Untersch Molekül schon 14 Tage oder erst seit einer Stunde mit cirkulirt. Ich das oben gebrauchte Beispiel von dem Troge eines fliessenden Brun sehen beständig zu- und abfliessen, Einnahmen und Ausgaben halte kommen das Gleichgewicht; es wird aber Niemandem einfallen, dass Minute ausfliessende Wasser gerade dasjenige sei, welches während di in den Trog einfloss.

Setzen wir in die Tabelle der aufgenommenen Nahrungsstoffe Ausdrücke ein, so erhalten wir als ausreichende Nahrung für ein senen Mann von 74 KGramm, bei mässiger Körperarbeit:

an Albumin (15,5 N)	=	100 Gramm
,, Fett	=	100 ,,
,, Stärkemehl (Zucker)	=	240 ,,
,, Salz	=	25 ,,
,, Wasser	=	2535 ,,
Zusammen:	=	3000 Gramm = 6 Pfd.

wovon 1 Pfd. feste Nahrungsstoffe.

Es ist nach dem Bishergesagten ohne weitere Erklärung selbstverständlich, der Nahrung im Einzelnen den jeweiligen Bedürfnissen des zu ernährenden Rechnung zu tragen hat; die Nahrungszufuhr muss den individuellen Bedingun werden. Für jeden Organismus mit seiner bestimmten Masse von »Organ- u Eiweiss«, von Fett etc. gibt es ein Ideal der Nahrung, d. i. die geringste M welche man bei Zusatz der geringsten Menge von Leim, Fett oder Kohlehydra um den Bestand der Stoffe in ihm zu erhalten oder anderen Anforderungen (Voit). Ein Organismus, von dem viel Muskelarbeit verlangt wird, wird eine and bedürfen als einer, dem wenig zugemuthet werden soll, oder bei dem es weniger sondern auf den nöthigen Fettansatz zu einer normalen Ernährungsfähigkeit an

Die verschiedene Zusammensetzung des Körpers ist mit der Verschiedenhei mung, Cirkulation und Verdauungsstärke der Grund, warum ein und dieselbe verschiedenen Individuen so ganz verschiedene Wirkung hervorbringt.

Verschiedene Ernährungsweisen.

Moleschott hat versucht aus älteren Versuchsreihen von Mulder, Play Wundt, Genth und Gasparin das Kostmaass eines arbeitenden erwachsene berechnen. Es ist bemerkenswerth, wie nahe dasselbe mit dieser unserer welche experimentell ausgeprobt wurde, übereinstimmt. Nur ist der ganze Ver höher gegriffen, was wohl darin seinen Grund hat, dass man vor meinen Kohler

m Menschen mit dem Pettenkofer'schen Respirationsapparate die Kohlensäure-
ıng des Erwachsenen ziemlich viel höher schätzte; meist legte man den von
der Nahrung hessischer Soldaten gefundenen Werth von 27 8/10 Loth Kohlensäure
:. Das von mir beobachtete Individuum würde bei dem Moleschott'schen Kost-
ffe angesetzt haben, also gemästet worden sein.
ler Berechnung Moleschott's müsste das tägliche Kostmaass für einen kräftig arbei-
wachsenen Mann betragen:

an Albumin	= 130	Gramm
,, Fett	= 84	,,
,, Stärkemehl oder Zucker etc.	= 404	,,
,, Salzen	= 30	,,
,, Wasser	= 2800	,,
Zusammen:	3448	Gramm.

sammtstickstoffmenge beträgt hier

20,2 Gramm N.

sammtkohlenstoffmenge:

320 Gramm C.

ickstoff-Kohlenstoff-Verhältniss ist dabei:

1 : 15

e Werth, den auch wir bei unseren Beobachtungen gefunden haben.
nach unseren Vorbesprechungen einleuchtend, dass diese Zahlenangaben keinen
Werth beanspruchen können.
n Körper zu erhalten, kann eine Nahrungsmenge z. B. wie die oben angeführte
loch ist zu dem angestrebten Zwecke gerade die angegebene Mischung nicht er-
.
n wir an, dass der Mensch allein von Fleisch sich ernähren kann, wie es der
mag, so würden wir zu demselben Zwecke ausreichen nach unserer oben ange-
chnung mit:

2000 Gramm Fleisch.

Fleischmenge enthält: 68 Gramm N und 250,4 Gramm C. Das Stickstoff-Kohlen-
tniss würde betragen:

1 : 3,7.

gerzustande bestreitet derselbe Organismus seine Bedürfnisse für 24 Stunden mit
mm Albumin, also etwa

200 Gramm Fleisch und
200 Gramm Fett.

ckstoff-Kohlenstoff-Verhältniss beträgt im Durchschnitt:

1 : 20,5.

n stickstofffreier Kost wird der Albuminverbrauch des Organismus noch herab-
st gegen den Hungerzustand, das Stickstoff-Kohlenstoff-Verhältniss steigt dabei auf

1 : 24,7.

kte in anderen Versuchsreihen meine Körperverluste noch durch mehrere andere
toffkombinationen. In einer Reihe wurden genossen:

Rindfleisch	= 500 Gramm	= 17 Gramm N	und	62,7	Gramm C
Brod . . .	= 200 ,,	= 2,56 ,, ,,	,,	48,72	,, ,,
Fett . . .	= 80 ,,	= 0 ,, ,,	,,	54,29	,, ,,
Rohrzucker	= 125 ,,	= 0 ,, ,,	,,	52,7	,, ,,
Salz . . .	= 10 ,,				
Wasser .	= 2000 CC				
Zusammen		19,56 Gramm N	und	218,4	Gramm C

Das Stickstoff-Kohlenstoff-Verhältniss ist hier:

1 : 11,2,

sehr annähernd an die Grösse, welche das Verhältniss bei nur durch den Appe Kost einhält, wo ich es in zwei verschiedenen Versuchen wie:

1 : 12 fand.

Es ist einleuchtend, dass wir nach diesen Erfahrungen nicht mehr von ei alle Male feststehenden Kostsatze, in welchem eine bestimmte Menge von Albu stickstofffreien Nahrungsstoffen vertreten sein müsste, sprechen können. D des jeweiligen Körperzustandes gelingt mit den verschiedenartigsten Kombinati

Volksernährung.

Die verschiedene Art der Volksernährung in den verschiede beweist ebenfalls die Richtigkeit dieses Satzes.

Nach PLAYFAIR sind in der Nahrung englischer Landbauer nur 67,15 Gramm 238,62 Gramm stickstofffreie Nahrungsmittel enthalten; eine andere Bestimmun selben: 87,72 Gramm Albumin auf 350,94 Gramm stickstofffreie Substanzen.

Nach den Angaben BÖHM's besteht die Kost der ärmsten Volksklasse deutschen Gegenden (Luckau) für Aeltern und ein (fünfjähriges) Kind pro W

						Albuminate
$8^3/_4$ Mtz.	Kartoffel	=	c. 41 Pfd.	=	410	Gramm
$^1/_2$,,	Mehl	=	$2^1/_2$,,	=	67,5	,,
$1^3/_4$ Pfd.	Fleisch	=			99,5	,,
$^1/_2$,,	Reis	=			10,0	,,
12 ,,	Brod	=			300,0	,,
geringste Mengen von Milch						
			28750 Gramm mit		887	Gramm Eiweiss.

Man kann etwa die Hälfte auf den Mann, die zweite Hälfte auf Kind und Fr sodass der Mann 64 Gramm Eiweiss etwa pro die erhält.

Die Bauern des bayerischen Gebirges und der bayerischen Hoch nur an vier Feiertagen im Jahre Fleisch. Sie nähren sich sonst von Mehlspeise ihren ungemeinen Fettreichthum auffallen. Diese sogenannte »Schmalzkost« zi Fleischkost als besonders kräftigend vor, wie ihr Sprüchwort sagt:

»Ei'm habern' Ross und ei'm g'schmalzenen Mann
Den 'n kann kei' Teufel net an.«

Uebrigens ist die Kost dieser kräftigen Bergbewohner durchaus nicht eiweiss Ein Holzknecht in Reichenhall empfängt, wenn er am Montag nach dem Früh Berge geht, von seinem Herrn 3,4 Zollpfd. Schmalz, 7,8 Pfd. Mehl, 4,5 Pfd. Bro Samstags Abend nach Hause und isst zu Hause zu Nacht. Die angegebene Na also für 5 volle Tage ausreichen; sie entspricht — das Stärkemehl in Fett (24 Brod in Fleisch umgerechnet (100 Mehl = 140 Pfd. Brod, worin $8^0/_0$ Albumin),

Fleisch 540 Gramm, Fett 626 Gramm!

Auf eigene Rechnung kauft sich der Holzknecht noch eine Masse gedörrtes Obst, der Leckerei wegen, sondern um in seiner Speise das Quantum der arbeiten (Kali) zu vermehren.

Reisende berichten von den erstaunlichen Fettmengen, welche die Bewohn larländer zu geniessen pflegen. In einem kalten Klima ist man der grossen W wegen genöthigt viel zu essen und namentlich Fett wegen seiner hohen Verbrenn Ein Eskimo soll im Stande sein, im Tag 8—12 Pfd. (?) fettes Wallrossfleisch z Diese reichliche Nahrung liefert ihm genügend Wärme, um den grossen Wä

önnen. Doch sind derartige Bemerkungen noch nicht genügend wissenschaftlich

erzählt bei Gelegenheit der Beschreibung seines Aufenthaltes in den Pampas, rere Tage nichts als Fleisch genossen und sich ganz wohl dabei befunden habe. berühren in den Pampas Monate lang nichts als Rindfleisch. Doch kennen auch senden Nationen den Werth des Fettes; sie verschmähen mageres, trockenes

ropen geniesst man Stoffe, welche eine geringere Verbrennungswärme zeigen: e, Pflanzensäuren etc.; man verzehrt ausserdem möglichst wenig Eiweiss, um ffaufnahme niedrig zu halten (Voit). Der Hindu lebt von Reis, der Südägyptier , der Mexikaner von Mais und Bananen, die südamerikanischen Neger von Da wir die Mengen nicht kennen, in welchen diese Substanzen, die alle Albumin enossen werden, so können wir ein sicheres Urtheil über diese Frage uns nicht teht noch nicht fest, dass die Wärmeabgabe in den Tropen eine sei als in den mittleren Klimaten, da in der Wärme die Wasserver-s dem Organismus sehr beträchtlich steigt und, wie wir aus den Berichten der issen, die Schweissbildung der Tropenbewohner (z. B. Chinesen) gross ist. man sich bei derartigen aprioristischen Voraussetzungen täuschen kann, zeigt geführte Beispiel der Ernährung der bayerischen Gebirgsbewohner, von denen let hatte, dass sie bei einer Diät, welche vorzugsweise aus Zucker und Speck rengender Arbeit fähig sind, während nun Liebig zeigte, dass die Albuminmenge ig eine sehr bedeutende ist. Aehnlich geht es mit der Behauptung der »Nahr-s Biers. Man behauptete früher vielfältig gegen Liebig, dass die bayerischen mit Bier und Brod arbeitskräftig erhielten. Liebig konnte nachweisen, dass Biertrinker in München auch die stärksten Esser sind. In der Sedlmayer'schen ifft auf den Kopf eines Arbeiters im $1/2$jährigen Durchschnitt pro Tag:

546 Gramm Brod,
840 ,, Fleisch (vom Metzger),
? ,, Fett und Gemüse etc.
8 Liter = 16 Mass Bier!

it der Brauknechte ist die schwerste von allen und nur sehr starke Männer lazu.

ı, wie geschickt der Volksinstinkt die richtige Verbindung der Nahrungsstoffe en weiss; die Erfahrung hat dem Menschengeschlecht seit dem Beginne seines gelehrt, was die Wissenschaft erst mühsam zu ergründen und zu begründen Dem Einzelnen unbewusst zeigt sich über der ganzen Lebensweise der Nationen Gesetzmässigkeit. —

ınahrung bestrebt sich im Allgemeinen den Körper auf einem ziemlich hohen — Muskel- und Fettmenge — dauernd zu erhalten. Sie ist stets Erhaltungs-

ırung kann auch, wie wir wissen, von einem anderen Gesichtspunkte ausgehen. bestimmte Veränderung des Körperzustandes anstreben. Sie kann beabsich-örper fett- oder fleischreicher, fett- oder fleischärmer zu machen. Die verschie-weisen, Geschlechter, Lebensalter erfordern eine verschiedene Nahrung. n einige hervorragende Beispiele der Art noch besprechen.

Ernährung der Truppen.

wir mit der Ernährung der Truppen im Frieden.

e scheint ziemlich einfach zu lösen. Wir haben in den zu Ernährenden kräf-ne Männer vor uns, die wenigstens theilweise und zu Zeiten stark zu arbeiten

Trotz der scheinbaren Einfachheit fällt in den verschiedenen Ländern d
die uns vorliegende Frage sehr verschieden aus.

Wir verdanken Liebig eine Zusammenstellung der Nahrungsmengen, w
Kompagnie hessischer Soldaten während eines Monats aufgenommen wur
mit den in der gleichen Zeit ausgeschiedenen Exkrementen. Liebig benutzte
nenen Zahlen zur Berechnung des täglichen Bedarfes an Kohlenstoff für eine

Es ergiebt sich, dass auf einen Soldaten der beobachteten Kompagnie ein
er noch neben seiner militärischen Beköstigung zu sich nimmt, 75,74 Gram
447,86 Gramm stickstofffreie Stoffe treffen.

In Bayern besteht (1864) im Frieden die einem Unterofficier oder Solda
tägliche Mundportion regelmässig aus: Brod 1½ Pfd. bayr. oder Zwieback
oder Pöckelfleisch ½ Pfd. oder geräuchertes Rind- oder Hammelfleisch ½
räuchertes Schweinefleisch oder Speck ¼ Pfd.; Gemüse: Kochmehl 12 L
Graupen oder Reis 6 Loth, oder gewöhnliche Graupen 8 Loth, oder gute Hü
14 Loth, oder Sauerkraut 20 Loth, oder Kartoffeln 1 Pfd. 12 Loth, Kochsal
½ Mass bayr. oder Wein ¼, oder Branntwein 1/10 Mass, gebrannten Kaffe
⅔ Loth.

Nach Playfair betrugen früher die Albuminate in der Nahrung der bay
nur 69,42 Gramm auf 336,23 Gramm stickstofffreie Substanzen.

In Frankreich ist die Nahrungsmenge im Frieden: 328 Fleisch und
sind gerade hier die Kostsätze sehr wechselnd. Nach Hildesheim erhält de
24 Loth = 400 Gramm Fleisch.

In Oesterreich erhielt der Soldat (Isfording): 900 Brod, 224 Flei
oder 132 Erbsen, 77 Fett.

Nach dem Vorschlag von Artmann sollte der Kostsatz für den Mann der
Armee sein:

	Eiweiss:	Fett:	Stärke:
428 Fleisch . .	71	45	—
70 Fett . . .	2	48	—
750 Brod . .	47	9	345
Gemüse .	16	2	120
	136	104	465.

Nach neueren Mittheilungen erhält der Soldat in der Kaserne im
⅓ Pfund Rindfleisch, während des Marsches aber und im Kriege ½ Pfun
⅔ Pfund Schaffleisch.

Ein englischer Soldat in Europa erhält nach Playfair 119,05 Albu
stickstofflose Nahrungsstoffe; in Indien 112,46 auf 339,82. Bei einem en
besteht die Nahrung bei frischem Fleisch aus 114,67 Gramm Albuminaten
stickstofffreie Substanzen; bei gesalzenem Fleische treffen 134,46 Gramm
435,35 der letzteren.

In Preussen gewährt das Natural-Verpflegungs-Reglement dem S
Brod 1 Pfund 16 Loth; Fleisch 9 Loth; Gemüse entweder 5½ Loth Reis od
oder Grütze, oder 14 Loth Hülsenfrüchte oder ½ Metze Kartoffeln, Salz 1
auf Märschen und bei Manövern steigt die Fleischportion bis zu 17½ Loth
2 Pfund. Die Eiweissmenge, welche der preussische Soldat im Friede
Portion in der Garnison erhält, berechnet Böhm auf C. 62 Gramm, die d
dagegen auf 93,5 Gramm Eiweiss.

Die gegenwärtig als Besatzung in Frankreich stehenden deutschen
erhalten als tägliche Portion: ¾ Pfund frischen oder gesalzenen Fleisch
7½ Loth Reis, Grütze, Graupen, oder 15 Loth Erbsen, Bohnen, Linsen,
Kartoffeln; 1½ Loth Salz; 1½ Loth gebrannten Kaffee; 1/12 Quart Brann
Wein und 5 Stück Zigarren.

. dass die Mengen der Eiweisssubstanzen im Verhältniss zu den stickstofffreien Truppenkostsätzen sehr schwankend sind.

uns bekannten Gesetzen der Ernährung ist es uns sogleich einleuchtend, dass iiedenen Kostsätze wohl ausreichend genannt werden müssen für die Erhaliftigen Mannes auch bei mässiger Arbeit. Es kann hiezu jede Modificahrungsstoffe verwendet werden, welche auf etwa 15—18 Gramm uminaten 230 Gramm Kohlenstoff aus $^2/_3$ Stärke und $^1/_3$ Fett

ieligsten ist unter den Nahrungsmitteln das Fleisch. Es wird zweckmässig sein, u beschränken und das Fehlende mit Schwarzbrod zu ersetzen, welches durch isgehalt sich empfiehlt.

ing der Truppen im Krieg. Anders stellt sich die Frage für den Fall der endung im Kriege. Die grossen Strapazen, welchen der Einzelne hier ausgesetzt i eine Vorbereitung des Körpers zur Erzeugung möglichst grosser Körperkraft geringer Körpermasse, um die Bewegungen mit dem geringsten inneren Widerren zu können. Das gilt auch, wenn man möglichste schlagfertige Kriegstüchuppen im Frieden beansprucht.

nt also eine ganz andere Frage zur Beantwortung, als sie uns bei der Beköstiopen im Frieden vorliegt. Während dort nur eine Erhaltungsnahrung erforderes nicht darauf ankam, den Mann für übergrosse Anstrengungen geschickt zu ssen wir uns hier nach Mitteln aus dem Schatze der Ernährungsgesetze ume den zwar gesunden, aber vielleicht muskelarmen oder gemästeten Körper des einem für den Kriegsdienst tauglichen, muskulösen und arbeitsfähigen um-

n, dass dieses nur geschehen kann durch reichliche Zufuhr von Albuminaten in Das Erste, was eine für den Krieg taugliche Truppenernährung enthalten muss, eitem grössere Menge von Fleisch als sie zur alleinigen Erhaltung des Organisetten und Kohlehydraten erforderlich wäre. Es muss möglichst in der Nahrung i obwalten, die Muskelmasse zu vermehren. Am zweckmässigsten würde es sein, nlich ist, die Truppen im Felde auf das Regime der englischen Faustkämpfer zu dem wir erfahren, dass es vorzüglich aus Fleisch wie bei den Kämpfern des – Rindfleisch, Beefsteaks — besteht.

tt oder die Kohlehydrate den Fleischansatz ermöglichen, dürfen sie natürlich i anfänglich mageren Körpern nicht fehlen.

prünglich fettreiche Körper wird durch fettarme Fleischnahch muskelreicher und fettärmer: stärker und beweglicher.

rbereitete Körper, dessen Muskelmasse und Plasmamasse (»Vorrath oder cirkueiss« VOIT) gesteigert ist, ist im Stande eine möglichst grosse Kraftanstrengung Bei der Arbeitsleistung selbst, zum Ersatz der dabei stattfindenden Körperverlicht nur die Eiweisszufuhr, sondern auch die Zufuhr der Kohlehydrate und Fette drate eine gesteigerte sein, da bei der Muskelarbeit besonders die Respirations-; eine sehr wesentlich gesteigerte ist.

ndsätze kamen in den letzten Kriegen praktisch zur Anwendung. Die eiweisse Erbswurst hat historische Berühmtheit erlangt.

satze zu den oben von PLAYFAIR gemachten Angaben bestand im zweiten Winter i die Ration des englischen Soldaten aus:

580 Gramm Brod, 567 Fleisch und Fett, 76 Reis, 680 Kartoffeln.

die Nahrungsmenge, sondern vor allem die Eiweissmenge sehen wir in diesem in dem oben angeführten weit übertreffen. Doch ist hier die Menge der stickhrungsstoffe unzweifelhaft zu bedeutend. Aus ärztlichen Mittheilungen ergibt ss die Truppen in jener Zeit ein gemästetes Ansehen und eine sehr bedeutende Unterhautzellgewebe erkennen liessen, welch' letztere für Ertragung niederer

Temperaturen und nasskalten Wetters im Lagerdienste passend gewesen sein ma wundungen und chirurgischen Operationen dagegen die Heilungserfolge sehr be durch die den Chirurgen bekannte geringe Neigung des Fettgewebes zu vernarb

MULDER theilt mit, dass der holländische Soldat in Friedenszeit nur 60 Gramm in seiner Nahrung erhält; bei angestrengtem Festungsdienst werden sie über d auf 116 Gramm gesteigert, freilich immer noch eine unseren Anforderungen sprechende Menge.

Anstatt des Brodes der Kasernenkost sind, da sie weit mehr Nahrungsmateri Masse enthalten, im Krieg Speck oder Fett und Erbsen (Erbswurst) oder über minosen anzurathen. Auch das scharf getrocknete Brod: Zwieback, ist zu empf

Gewöhnlich werden der Nahrung der Soldaten im Felde auch noch Spiritu ders Branntwein, zugesetzt. Er hat zweierlei Zwecke zu erfüllen. Mässig g er bei kalter, besonders nasskalter Witterung ein behagliches Wärmegefühl und dadurch die geistige Stimmung, auf die wir den Alkohol so energisch erheiternd ausüben sehen. Dabei steigert er das Kraftgefühl und lässt Müdigkeit leichter üb

Aus diesen Ursachen hält man den Alkohol für einen unentbehrlichen Best Feldkost, und es wurden unter Umständen namentlich im Krimmkriege auf ru englischer Seite grosse Quantitäten davon täglich verabreicht.

Doch liegt im Branntwein eine nicht zu verkennende Gefahr verborgen. steigert bei jugendlichkräftigen, gut verdauenden Individuen die Neigung zum der durchaus für einen feldtüchtigen Soldaten nicht zu wünschen ist; dabei e regelmässiger Alkoholgenuss, um die gleichen Wirkungen hervorzubringen, eine Steigerung in der eingenommenen Quantität, wodurch schliesslich die Folgen der chronischen Alkoholvergiftung zur Geltung kommen müssen. Am m hier der chronische Magenkatarrh zu fürchten, der eine gute Ernährung und da sund- und Kräftigkalten der Mannschaft unmöglich machen würde.

Für einige Zwecke, welche man mit Alkoholgenuss zu erreichen strebt, ist der, ungefährlich und gewiss von nicht geringerer Wirkung Kaffee (und Thee) Soldat die Möglichkeit hat, Feuer zu machen.

Wir kennen die belebende, kräftigende und ermunternde Wirkung dieser Ge ist nicht schwer, aus gutem Kaffee ein Extrakt zu bereiten, dem man Zuck kann. Der Kaffee wird damit leicht transportabel und etwas heisses Wasser gen ihm ein gutes Getränke herzustellen. Der Branntwein könnte dann zweckmä Zeiten verspart werden, in denen es für den Soldaten nicht möglich ist, abzukoc

Für solche Fälle sollte der Soldat im Felde stets etwas bei sich tragen. Man h schiedenste angerathen. Mir scheint, dass ein gut verpacktes Stück Käse, so dass viel an Wasser verliert, neben dem Zwieback oder Brod, das der Soldat bei sich beste Surrogat für andere Nahrung wäre. Es ist mit einem Schluck Branntwein was dem Soldaten am besten munden würde.

Wir müssen bei allen derartigen Anforderungen bedenken, dass es auch Arbeit für den gesunden, vorher gut genährten Organismus durchaus wendig ist, dass er gerade alle vierundzwanzig Stunden eine ausreichen erhält. Das Wohlbefinden der Leute sinkt bei mangelnder Nahrung — abg Hungergefühl, dem einige Schluck Branntwein und Tabak abhelfen können gewiss besonders durch die psychische Herabstimmung, die ein ohne Nahrun verstrichener Tag hinterlässt. Ein kräftiges Stück Käse zum Zwieback oder allein würde, auch wenn es weitaus nicht zum vollkommenen Ersatz des Kör für den Tag ausreichen könnte, doch am ersten noch — da der Käse in dem Ger Nahrhaftigkeit steht — den psychischen Eindruck der genügenden Nahrungsauf vorbringen, auf den es hier vor allem ankommt.

Weit rationeller würde es freilich vom Ernährungsstandpunkte sein, wenn rung für den äussersten Nothfall aus Fett — etwa aus einem Stück sehr fettem

ch: Speck — bestünde. Die gesunden Soldatenmagen würden für seine Ver-
en und der Körperverlust würde dadurch fast vollständig gedeckt werden
würde dazu nur etwa $^1/_2$ Pfund Speck erforderlich sein.

Ernährung in Anstalten und Familien.

ährung in Gefangenenanstalten ist gewöhnlich eine Hungerkost, wenn ne Kostmenge und Mischung bezeichnen, welche dem Körper erst, wenn er ie geringe Organmasse herabgekommen ist, auf diesem herabgeminderten Zu- alten vermag.

hier die Mängel einer Ernährungsweise noch weit greller zu Tage als bei dem em schon der Besitz der Freiheit und Uniform noch anderweitige Nahrungs- net, die für den Gefangenen verschlossen sind, welcher allein auf sein Kostmaass die täglichen Ausgaben seines Körpers allein mit seinen täglichen spärlichen nahmen ins Gleichgewicht setzen muss.

ve Nahrungsmangel, an den sich der Körper nur schwer und schlecht gewöhnt, vielen Fällen der Grund, welcher die Freiheitsstrafe für so manchen zu einer nacht.

hat auch für diese Elenden nach Kräften zu sorgen, damit sie nicht noch elender den, als das Gesetz es verlangt. In einem geordneten Staate muss das Gesetz, Verbrecher verurtheilt, zugleich ihn schützen vor anderweitigen, durch die beabsichtigten Beeinträchtigungen seiner Person.

der Gedanke Manchem liegen mag, dass es für einen seiner Freiheit zur Strafe icht nöthig sei, gut zu essen, so ungerecht ist es, ihm seinen nöthigen Unterhalt ten. Die sitzende, eingeschlossene Lebensweise der Gefangenen mag früher den hrungssatz für sie wenigstens etwas entschuldigt haben. Jetzt, da die Arbeit im onders die Feldarbeit mit so vortrefflichem Erfolge in den Gefangenenanstalten wird, sollte auch die Nahrungsmenge jedes Einzelnen dem Bedürfnisse eines nügen. Da bei den Gefangenen jeder Zuschuss zu ihrer Nahrung wegfällt, so stsatz etwas höher gegriffen sein als der der Truppen in Friedenszeit. Das dort im Allgemeinen auch hier.

AYFAIR beträgt die Kost der englischen Gefangenen etwa:

an Albuminaten . . . . 60 Gramm,
an stickstofffreien Stoffen . . . 480 „

bengalischen auf Hungerkost gesetzten Gefangenen beträgt die Albuminmenge in g nur etwa 40 Gramm.

re Angabe ist nicht viel geringer als die für den englischen Landbauer, preussi- ten in der Garnison und die niedersten Klassen in Norddeutschland.

HM erhält in der Strafanstalt in Luckau der schwer arbeitende Gefangene eine ppe aus 4 Loth Roggen- oder Gerstenmehl (mit geschmackverbessernden Zu- Abendsuppe enthält noch überdiess $^1/_{10}$ Quart Milch oder 4 Quentchen Butter teht aus 9 Loth Roggenbrod und 4 Quentchen Gerstenmehl. Mittags z. B. 7 Loth Mtz. = 1170 Gramm Kartoffel und 5 Quentchen Gerstenmehl, oder Erbsen mit insen mit Kartoffel (oder abwechselnd Rübenarten, Buchgrütze, Graupen, aber sch). Daraus ergibt sich (BÖHM) im Mittel für den Tag 70—78$^1/_2$ Gramm Eiweiss, och das tägliche Roggenbrod von 583 Gramm (1 Pfund 5 Loth) zurechnet.

ssische Gerichtsgefangene erhält 1$^1/_2$ Pfund Roggenbrod, $^1/_2$ Loth Salz und ickgekochter, mit frischem Fett geschmelzter Suppe, mit deren Ingredienzien einer für die Woche anzustellenden Reihenfolge abzuwechseln ist. BÖHM be- aus 60 Gramm Albuminate. Individuen, deren Gefängnissstrafe die Dauer von it übersteigt, erhalten dagegen täglich nur 1 Pfund Roggenbrod, $^1/_3$ Loth Salz

und 1 Quart der oben bezeichneten Suppe. »Bei Wasser und Brod« Einges
täglich 2 Pfund Roggenbrod und 1 Loth Salz, also auch etwa 60 Gramm Album
die kurze Zeit Eingesperrten nur etwa 40 Gramm Eiweiss täglich erhal
zweiten Angabe könnten im Tage nur 12 Gramm Harnstoff gebildet werden –
—, was dem täglichen Eiweissverbrauch auch bei sehr geschwächtem aber
Körper niemals entsprechen kann, da die Harnstoffausscheidung eines gesunde
nicht unter mindestens einige 20 Gramm in 24 Stunden herabsinken darf. Es m
soviel Eiweiss gegeben werden, um eine so grosse Ausgabe zu decken. Harg
an englischen Gefangenen bei ausschliesslich vegetabilischer Diät 12,
stoff als Ausscheidung (im Harn). —

Die Nahrung der heranwachsenden Jugend in Erziehun
und Familien hat für reichlich Fleisch und nicht zu wenig Fett zu sorgen,
derliche Stoffquantum in möglichst geringer Masse reichen zu können, und d
Mägen nicht zu überladen. Hier kann mehr individualisirt werden, und ein
pflichttreuer Direktor oder Familienvater, der den Mahlzeiten seiner Kinder s
kann wohl dem zu Fettansatz neigenden mehr Fleisch und weniger stickstof
dem Mageren und dadurch Schwächlichen mehr Fett neben einer gehöri
tion geben.

Bei heranwachsenden und erwachsenen Mädchen und Frauen ist ein genü
genuss zur Entwickelung der Muskulatur sehr anzurathen; doch sind in ih
wenn nicht eine abnorme Neigung zur Fettbildung bemerklich wird — di
Substanzen wie Fett, Brod, Mehlspeisen, Zucker etc. nicht absichtlich zu be
ihr Lebensberuf eine überwiegende Ausbildung des Muskelsystemes nicht ve
mässiger Fettreichthum die Möglichkeit der mütterlichen Ernährung des N
steigern vermag. —

Es wird nicht schwer sein, aus dem bisher Gesagten sich in dem einzelne
zufinden, wenn es gilt die Ernährungsgesetze zu einem gewissen, bestim
Zwecke zu verwerthen.

Immer wird sich die Frage auf sehr einfache Gesichtspunkte zurückführe

Nehmen wir mit MOLESCHOTT bei dem Erwachsenen für die nöthige Album
täglichen Nahrung 130 Gramm = 20,1 Gramm N, so bedürfen wir folgende M
einzelnen Nahrungsstoffen, um dieses Bedürfniss zu decken:

130 Gramm Albumin sind enthalten in:

Käse	388	Gramm,
Linsen	491	,,
Schminkbohnen	576	,,
Erbsen	582	,,
Ackerbohnen .	590	,,
Ochsenfleisch .	614	,,
Hühnereiern. .	968	,,
Weizenbrod . .	1444	,,
Mais	1642	,,
Reis	2562	,,
Roggenbrod . .	2875	,,
Kartoffeln . . .	10000	,,

Die in 24 Stunden verbrauchte Kohlenstoffmenge beträgt mit Zugrund
Respirationszahlen und Hinzurechnung von 10 Gramm für den täglichen K
des Kothes etwa 230 Gramm.

Man würde bedürfen:

von Fett und Fettgewebe . .	338	Gramm,
von fettfreiem Ochsenfleisch	1917	,,

MOLESCHOTT'schen Annahme erforderte die Respiration etwa 320 Gramm Koh-
ın die Zahl auch zu hoch gegriffen ist, so giebt doch seine darnach berechnete
ahren Verhältnisszahlen des Werthes der Nahrungsmittel für den Organismus.
me Kohlenstoff sind enthalten in:

Reis	571	Gramm,
Mais	625	,,
Weizenbrod . .	631	,,
Linsen	806	,,
Erbsen	819	,,
Ackerbohnen . .	823	,,
Schminkbohnen	876	,,
Hühnereiern . .	902	,,
Roggenbrod . .	930	,,
Käse	2011	,,
Kartoffeln . . .	2039	,,
Fleisch	2261	,,

en Angaben lässt sich leicht berechnen, was für ein Quantum von Nahrung wir
elnen Nahrungsmitteln zur hinreichenden Ernährung aufzunehmen haben. Es
ıbei heraus, dass kaum ein einzelnes Nahrungsmittel — abgesehen von den
— zur vollkommenen Deckung des Verlustes hinreicht, wir müssen, wenn wir
s einzigen Nahrungsmittels bedienen wollen, an Kohlenstoff oder Stickstoff einen
in uns aufnehmen.

z. B. würden 388 Gramm hinreichen, um den Albuminverlust zu decken, zur
des Kohlenstoffverlustes bedarf es dagegen von demselben Käse 2011 Gramm.
es bei allen Nahrungsmitteln.

n, wie zweckmässig unter diesen Verhältnissen die Mischung der verschiedenen
ttel zu Gerichten ist, wie wir sie zu geniessen pflegen. Durch die einfachste
Butterbrod mit Fleisch können in der geringsten Gewichtsmenge die zur
öthigen Stoffe eingeführt werden.

Fettleibigkeit und Magerkeit.

ıt sehr häufig vor, dass der Arzt zur Beseitigung der Fettleibigkeit oder Magerkeit
zogen wird.

ıdsätze der beiden rationellen Behandlungsarten sind im Vorausgehenden schon

er letzten Zeit vielfach besprochene Banting-Kur gegen Fettleibigkeit besteht
darin, dass man möglichst viel eiweisshaltige Stoffe (Fleisch) und wenig Fett und
te zur Nahrung erlaubt. Durch die reichliche Eiweisszufuhr sucht man möglichst
endes Eiweiss in dem Körper anzuhäufen, unter dessen Einfluss mehr Sauerstoff
per gezogen und vom aufgespeicherten Fett verbrannt wird (PETTENKOFER und
ırch ändert sich, wie wir aus meinen Fleischversuchen (S. 194) wissen, die Kör-
ensetzung des Menschen sogleich durch Fettverlust, anfänglich langsam, später
ıer, indem sich immer mehr Vorrath ansammelt. Neben dem Fettverluste geht
nsatz (Fleischansatz) einher. Die Fleischmengen hat allein der Appetit zu regeln.
kmässig, den Gewichtsverlust bei solchen Kuren mit der Waage verfolgen zu
die Beobachtung des Erfolges die Kur, die doch an sich lästig ist, erfreulicher
Banting-Kur verbietet Bier, mit Fett gekochtes Gemüse, Brod. Sie gestattet nur
e Mengen trockenen Zwiebacks und leichten Wein.

m entgegengesetzten Principe muss die Kost der fettreicher zu machenden ge-
Hier müssen neben reichlich Fleisch, die Fettbildner, vor allem wirklich

Fett, Butter, Schmalz, aber auch Zucker und Stärkemehl etc. vorwalten. Bes
Butterbrod anzurathen sein, um zwischen den Hauptmahlzeiten genossen
ebenso Bier.

Hier sind auch der Leberthran, das Arrowroot etc. neben den eiweisshaltige
mitteln an ihrem Platze.

Ist der Appetit sehr gering, so muss die zu reichende Nahrungsmenge m
Gewichte und Volumen beschränkt worden; am besten dient dazu das Fett. Oft
brod noch vertragen und gern gegessen, während andere Nahrung verschmäht
süsse, eingemachte Früchte mit viel Zucker und Aehnliches thun hier gute D
allem aber wende der Arzt sich gegen das Vorurtheil des Suppengenusses. Ein T
brühsuppe stillt meist das Essbedürfniss in den betreffenden Fällen vollkomme
doch nur viel zu wenig.

Man lasse bei jeder Mahlzeit zuerst etwas consistente Nahrung mit möglich
oder Zucker nehmen, soweit es der Magen ohne Störung verträgt. Dann erst
mässig eine Tasse Fleischextraktsuppe gereicht, um die belebende Wirkung auf d
die die Suppe hervorbringt, das Gefühl der Kräftigung mit den übrigen günstige
derselben hervorzurufen. An Stelle aller »nahrhaften« Thee's etc. ist wirkliche
setzen.

Bei dem Menschen kommt es selten auf den Fettansatz als solchen an. Bei
der Fettansatz bei der Mästung vor dem Fleisch das Wichtigste. Liebig hat
nachgewiesen, dass bei den Herbivoren die im Futter eingeführte Fettmenge
Dumas und Boussingault behauptet hatten, hinreiche, die Fettmenge, die bei d
(oder Milchbildung) erzeugt wird, zu erklären. Es muss sonach das Fett im
Pflanzenfressers aus einer anderen Substanz: aus Kohlehydraten oder Eiweiss e
Liebig neigte sich zu der ersteren Ansicht; eine Anzahl neuerer Physiologen gl
sich an der Fettbildung bei Mästung und Milchbildung auch das Albumin bethe
theilt dem Eiweiss allein diese Rolle zu nach Beobachtungen, die er gemeinsam
kofer an einem Hunde und allein an einer Milchkuh angestellt hat. Die Frage s
nicht spruchreif, da, wie Liebig zeigte, die betreffenden Beobachtungen auch
Ansicht zu erklären sind. Die oben angeführte Beobachtung über die nöthige
Eiweissstoffe zu den stickstofffreien Futterbestandtheilen zur Mast (und Milchbild
sich daraus, dass zur Mästung möglichst wenig »cirkulirendes Eiweiss«, das Sau
Körper zieht, gebildet werden muss. Diese Relation muss nach dem jeweiligen
des Mastthieres verschieden sein (Voit).

Krankenkost.

Es mag hier noch daran erinnert werden, dass für solche das infusum car
frisch ausgepresste Fleischsaft die am leichtesten zu verdauende albuminreiche N
stellt. Natürlich muss noch möglichst mit Kolehydraten nachgeholfen werden; w
thran vertragen werden sollte, wäre er der beste Zusatz, ausserdem Arrowroot,
pote mit Zucker etc. Fleischsuppen in solchen Flüssigkeitsquantitäten, dass sie
geringen Appetit für andere Nahrung möglichst wenig beeinträchtigen. Ein ab
Reconvalescent setzt bei einer kärglichen Diät schon an und erkräftigt sich, m
gesunden Tagen darbt. Mit seiner Kräftigung steigt sein Nahrungsbedürfniss (s.

Kürzlich hat eine von Liebig veröffentlichte Vorschrift eines Nahrungsm
Kinder und Altersschwache Aufsehen gemacht.

Das Nahrungsmittel ahmt die Milch nach als deren Ersatz sie vor allem g
»doppelt koncentrirte Muttermilch«. Es enthält neben einer geringen M
licher Milch alle nährenden Bestandtheile derselben. Ein Zuckerzusatz findet ni
die Stärke des Weizenmehles durch das beigegebene Malz in Zucker verwandelt

ıung besteht aus:
th (= 17,5 Gramm) feines Weizenmehl,
, ,, gemahlenes Weizenmalz (auf der Kaffeemühle gemahlen),
ɔpfen kohlensaueres Kali (die Lösung besteht aus 8 Theile Wasser auf 1 Theil kohlensaures Kali),
th Milch (= 175 Gramm).
Wasser (= 32 Gramm).

ɜchung wird zuerst auf gelinder Wärme (60—70°C) längere Zeit erhalten, bis die ı das Malz in Zucker verwandelt ist. Dann gekocht und durch ein feines Haar- n. Der Geschmack ist angenehm süss, durch den Malzgeschmack noch gebes- d selbst von neugeborenen Kindern gern genossen und meist mit dem trefflich- doch muss es für solche auf das doppelte Volumen mit Wasser verdünnt ıch die Zubereitung gelingt bei einigem Aufmerken leicht. Man darf nur an- Hitze nicht zu sehr steigern, bis der Geschmack deutlich und stark süss wird. r Vorschrift kocht man zuerst das Mehl mit der Milch zu einem Brei gar, und las mit etwa 2 Löffel kalten Wassers angerührte Malz zum heissen Brei, ›eratur dadurch gehörig sinkt, sodass nun die Zuckerbildung an einem mässig reichlich vor sich geht. Der Brei wird nach und nach dünnflüssig und schmeckt h süss. Ist beides eingetreten, so wird es aufgekocht und durch das feine Sieb an bedarf dann keiner Thermometerbeobachtung, wie nach der ersten Vorschrift.

Die Ernährungsart als Krankheitsursache.

ermass von Kartoffeln, Brod und ähnlichen stickstoffarmen Nahrungsmitteln nden Eiweisszusatz zur Nahrung, wie es häufig nicht nur aus Armuth genossen ; den Körper verarmen an Eiweiss nud Fett und häuft Wasser in ihm an, :h aus dem obigen Beispiel von stickstofffreier Kost bei dem Menschen ersicht-

ɜTTENKOFER ist auf den Wasserreichthum der Gewebe des Körpers als auf eine Ursache für Erkrankung an Cholera hingewiesen worden.

r die Todtenlisten dieser verheerenden Krankheit betrachten, so finden wir Ɔpfern vor allen die unterste, ärmste, man könnte sagen hungernde Volksklasse, die Cholera »eine Krankheit der Armen« hat nennen können. Eben so sehen ɜitete, übermüde Individuen dieser Krankheit erliegen, während andere, welche müdung abgerechnet, in den gleichen äusseren Verhältnissen befinden, davon eiben. Es wird dieses Verhältniss besonders bei dem Militär bemerklich, bei ngen, anstrengenden Märschen etc. die Disposition zur Erkrankung zunimmt. ıd Kinder zeigen eine hervorragende Cholerasterblichkeit.

genannten Kategorien der Bevölkerung zeigen, wie v. PETTENKOFER bemerkt, nend einen erhöhten Wassergehalt der Gewebe, der dieselben für krankhafte ı zugänglicher macht.

Beobachtungen an Thieren und Menschen ist es besonders eine rein vegetabi- ng, welche den Körper wässerig macht. Er kann dann rund und wohlgenährt seine Fülle besteht aber nur in einer Anhäufung von Wasser. Dieses »gedun- ıen, dieser »Kartoffelbauch« kann durch eine kräftige Nahrung, in welcher vorwalten, in ein weniger volles aber gesundes umgewandelt werden. Bei 'leischgenusses geht das angesammelte Wasser in Strömen aus dem Organismus ;, so dass die reichere Ernährung zu Anfang mit einem Gewichtsverlust ver- '. Ernährung mit Fleisch).

· Hunger, der die Gewebsstoffe verzehrt, bereichert diese procentisch an

Wir sehen, dass die arme Bevölkerung unter diesen Umständen, der
Nahrung und des Hungerleidens, einen höheren Wassergehalt der Org
lassen muss.

Nach meinen Beobachtungen steigert die Muskelanstrengung den Wasserg
kels, der die Hauptmasse des Körpers ausmacht, beträchtlich, so dass also auch
Arbeit und Anstrengung den gleichen Erfolg wie die beiden oben besproch
besitzen; sie werden am verderblichsten, wenn sie sich alle zu einem Ge
vereinigen.

Es war längst bekannt, dass der kindliche Organismus in seinen Geweben
ist als der erwachsene. Ich habe erwiesen, dass der scheinbar »vertrocknet
Alten sich darin dem jugendlichen Organismus analog verhält.

Die bisher mitgetheilten Ernährungsgesetze geben die Mittel an die Hand
serreichtum zu verringern.

Lebensalter und Ernährung. — Die Ernährungsverhältnisse werden bedingt d
perkonstitution und die Energie des Stoffumsatzes. Von der schwankende
Zusammensetzung des menschlichen Organismus in den verschiedenen Lebe
schlechtern und Konstitutionen war in dem Vorstehenden mehrfach die
Schwankungen entsprechen ebenso bedeutende in der Intensität des Stoffwe
theils in dem verschieden grossen Blutreichthum, dem schwankenden Verhält
dauungsorgane zu den Bewegungsorganen, in welcher letzteren der Stoffwe
samerer ist, ihre Erklärung findet. Zum Theil beruht sie aber auch auf der
Qualität der Nahrung, grösseren Energie der Blut- und Athembewegungen.
nahme der Körpergrösse nimmt die Oberfläche, an der die Wärmeabgabe, W
etc. stattfinden, relativ ab. Ueber diese Verhältnisse sind die speciellen Kapi
chen. In der ersten Lebensperiode sehen wir die absolute Intensität des
erst rasch, dann langsamer ansteigen, dann sehen wir sie zunächst mit Zuna
gehaltes des Organismus (Geschlecht und Konstitution), dann mit zunehmend
tem Alter anfangs rascher, dann langsamer sinken, entsprechend der Abnahm
an Organ-Gewicht oder wenigstens an Gewicht der festen Organstoffe, Abnahm
der Herz- und Athembewegungen, und der Blutverarmung. Anders verhält si
Stärke des Stoffwechsels auf das Körpergewicht bezogen. Hier zeigen sich die
vorgänge am intensivsten im ersten Lebensjahre, von wo an sie relativ erst e
dann langsamer sinken. Wie aus dem obigen sich ergiebt kann (durch gros
thum und Alter) der Stoffwechsel nicht nur relativ sondern auch absolut sink
Gesagten hängt die nach dem Körpergewicht und Lebensalter schwankende Me
wendigen Nahrungszufuhr direkt zusammen. Nach Bartsch beträgt die Milch,
ling am ersten Tag erhält, etwa 20 Gramm, am fünften Tag schon 500 Gra
Körpergewichts. Im späteren Verlauf der Säuglingszeit nimmt er täglich etwa
= $^1/_6$ bis $^1/_5$ des Körpergewichts auf. Beim Erwachsenen beträgt die Nahrun
$^1/_{20}$ seines Körpergewichts in 24 Stunden. Vergleiche darüber noch: Harn
Thätigkeitswechsel der Organe etc.

Die Nahrung mancher niederen Thiere, Holz, Haare, Federn etc.
ben Gruppen der Nahrungsbestandtheile (Albuminate und stickstofffreie Nährsto
höheren Thiere. Die Haare werden vorzugsweise nur am weichen Wurzelend

Untersuchungsmethode.

Die Methode ist schon oben im Allgemeinen skizzirt worden (S. 194).

Auf die Umsatzverhältnisse im thierischen und menschlichen Organism
zurückschliessen vor allem aus den beobachteten Quantitäten der den Körper
scheidungsvorgänge verlassenden Stoffe. Schon Liebig hatte den Satz ausges

Jmsatze stickstoffhaltiger Körperbestandtheile entstammender Stickstoff im Harne heine, dass wir in dem Stickstoffgehalt (Harnstoffgehalt) des Harnes demnach ein liese Umsetzungen haben. Durch die Arbeiten von BISCHOFF und VOIT, auf welche n dem vorstehenden Kapitel Angegebene vor allem stützt, ist dieser Satz für den ser (Hund) bestätigt worden, von letzterem Autor noch für andere Thiere, Katzen, on HENNEBERG für Ochsen; von mir für den Menschen.

aben also in der Bestimmung des Stickstoffs im Harn, zu welcher LIEBIG die becht auszuführende Bestimmung des Harnstoffes schuf, ein Mittel, den Eiweissvera Körper zu kontroliren. Es muss der Harn dazu natürlich für die Beobachtungsommen gesammelt und untersucht werden.

rösste Theil des Kohlenstoffs, der in dem zersetzten Eiweisse enthalten war, geht nsäure in der Respiration weg. Ein geringer Theil verlässt den Körper im Harne. Menge des Kohlenstoffs der Respiration, der in Respirationsapparaten aufgefangen kann (am vollkommensten mit dem Athemapparate von M. v. PETTENKOFER), kann hen im Vergleich mit der während derselben Zeit ausgeschiedenen Stickstoffmenge, rstere allein von Eiweissstoffen oder noch von anderen stickstoffhaltigen Körper-Fett) stammen könne.

ntersuchungsperiode ist gewöhnlich 24 Stunden = ein Tag.

m Versuchen kommt selbstverstädlich Alles auf Genauigkeit der quantitativen und ten Bestimmungen der Nahrungsstoffe und Exkrete an.

lem im Text Mitgetheilten geht des Uebrige zur Genüge hervor.

nsatz von Eiweissstoffen, als Repräsentanten aller stickstoffhaltigen Körperstoffe, man, wenn im Harn und Koth weniger Sauerstoff erscheint, als in der Nahrung wurde;

bgabe, wenn in den Sekreten mehr auftritt als in den Nahrungsstoffen enthalten r wenn wie im Hunger der Organismus im Harne Stickstoff abscheidet, ohne dass er pt von aussen Nahrung erhalten hätte.

lich ist es bei dem Fett, auf dessen Verbrauch im Hunger man schliesst, wenn mehr off ausgeschieden wird, als der aus dem Stickstoffgehalt des Harnes gerechneten rsetzung entspricht. Aehnlich ist es bei Nahrungsaufnahme, wo auch der Vers Kohlenstoffgehaltes der Nahrung mit dem der Körperausscheidungen ergiebt, ob mmener Ersatz durch die Nahrung oder eine Mehraufgabe von Körperstoff oder satz stattgefunden habe.

gebenen Beispiele dieser Berechnung werden das Princip anschaulich gemacht

den Arzt kann es vom grössten Interesse sein, den Umsatz der Körperstoffe unter denen Umständen bei Gesunden und Kranken, bei wechselnder Nahrung und Arzec. einer Untersuchung zu unterwerfen. Man begnügte sich vor den BISCHOFF-VOIT'-ntersuchungen meist damit, den Harnstoffgehalt nach der LIEBIG'schen Methode arn) zu bestimmen. So werthvoll derartige Bestimmungen z. B. für den Umsatz bei in Fieber etc. geworden sind, so können über die Mehrzahl der betreffenden Fragen r genau angestellte Untersuchungen der Exkrete mit gleichzeitiger Berücksichtigung rungseinnahmen zutreffende Antworten ertheilen.

die Anstellung solcher Versuche ist zu merken, dass Fleisch von ungemästeten das man zuerst mit dem Messer, dann ganz sorgfältig mit der Scheere von allem en Fett, gröberem Bindegewebe, Gefässen, Nerven befreit hat, wozu man es in ückchen zerschneiden muss, nach VOIT einen ziemlich gleichbleibenden Stickstoffesitzt, sodass jedesmalige Analysen nicht nothwendig sind. Man muss aber das ewicht, das zur Ernährung dienen soll, roh bestimmen, da das gebratene (oder ge-Fleisch in seinem Stickstoffgehalt Differenzen von mehreren Procenten ergiebt, weil ser- und Fettgehalt in den verschiedenen Partien desselben Stückes verschieden

wird. Schmalz und Stärkemehl können mit schwarzem, einen Tag alten rind Bäcker-Brod (man muss die Rinde abschneiden, die keinen konstanten Wasser als weitere Nahrungsmittel von bekannter Zusammensetzung dienen. Butter schw im Caseïn- und Wassergehalt, Kartoffeln auch nach den beiden analogen Richtung eiweiss kann auch als Nährsubstanz mit verwendet werden. Es hat nach Le 13,0% feste Stoffe, von denen 12 Albumin sind (cf. S. 83), das übrige Extrakti Salze. Aus diesen Substanzen setzt man die Kost des Ernährungsobjektes zusamm man das Fleisch mit dem Schmalz in der Pfanne brät und aus Stärkemehl, Eiweiss Salz und Fett eine einfache Mehlspeise »Schmarren« bereiten lässt. Die zur Zuber Speisen benutzten Gefässe müssen gut ausgekratzt werden, da es darauf ankommt daraus auch wirklich zu erhalten. Die Quantitäten sind oben angegeben. Der m Körper setzt sich mit ausreichender Nahrung in wenig Tagen ins »Stickstoffgleich Ist das eingetreten, wird ebensoviel Stickstoff im Harn und Koth bestimmt, als in rung enthalten ist, so können nun Einflüsse auf die Ernährungsweise studirt we Koth, dessen Stickstoffgehalt gerechnet werden kann, muss meist wenigstens serbestimmung gemacht werden. Die Methoden der Harnanalyse vergleiche Harn. Den Koth, der auf die Versuchstage trifft, grenzt man dadurch ab, dass m letzten Nahrung vor Anfang und Ende des Versuchs Preisselbeeren geniesst Koth unverdaut abgehen und die auf einen bestimmten Tag treffenden Koth lassen.

Zur Berechnung bei den Ernährungsversuchen folgende Tabelle über die frisch 100% trockene Substanz (Bischoff und Voit, J. Ranke):

	Wasser	feste Stoffe	Kohlenstoff		Wasserstoff		Sauerstoff		Stickstoff	
			trocken	feucht	trocken	feucht	trocken	feucht	trocken	feucht
Eiweiss, trocken . .	—	—	54,96	—	7,15	—	21,73	—	15,80	—
Fleisch	75,90	24,10	51,95	12,52	7,18	1,73	21,37	5,15	14,11	3,40
Brod, schwarz am 2ten Tag, ohne Rinde	46,35	53,65	45,41	24,36	6,45	3,46	41,63	22,33	2,39	1,28
Fett, (Schmalz) . .	—	—	79,00	—	11,00	—	10,00	—	—	—
Kartoffelstärkemehl (lufttrocken) . . .	15,79	84,21	44,20	37,22	6,70	5,69	49,10	41,35	—	—
Harnstoff	—	—	20,00	—	6,66	—	26,67	—	46,67	—
Harnsäure	—	—	35,72	—	2,38	—	28,57	—	33,33	—
Koth des Menschen bei reiner Fleischkost (salzfrei) . .	—	—	54,70	—	—	—	—	—	12,20	—
Koth des Menschen bei gemischter Kost (im Mittel)	—	—	47,00	—	—	—	—	—	6,12	—
Stärke-Fettkoth des Menschen . . .	—	—	54,8	—	—	—	—	—	—	—

Der Caseïngehalt der Butter schwankt zwischen 0,5 und 1,5%. Der Wasserg schen 6 und 8%. Lufttrockener Reis enthält 10% Wasser und 1,3% Stickstoff. enthalten etwa 75% Wasser und 1,59% Stickstoff in der trockenen Substanz und

Der Wassergehalt des Menschenkothes ist gewöhnlich 70% für geballten K Koth ergiebt nur 63%, breiiger 83% Wasser.

Sechstes Kapitel.

eränderungen der Nahrungsstoffe in der Mundhöhle.

Verdauung im Allgemeinen.

den beiden vorausgehenden Kapiteln haben wir die Stoffe und ihre all- n Wirkungen im Organismus kennen gelernt, aus denen derselbe seine Kampfe um sein Dasein mit der ihn umgebenden Körperwelt verloren en Organbestandtheile wieder ersetzt.

egt uns nun ob, die Art und Weise und den Weg kennen zu lernen, auf ährstoffe die ihnen zum grössten Theile an sich fremde Fähigkeit erlan- e Säftemasse des Körpers eintreten und von hier aus in die Organe zu an denen sie ihre ernährende Wirkung auszuüben haben.

rganernährung erfolgt vor allem aus dem Blute.

ssen die in der Nahrung aufgenommenen Stoffe zuerst zu Bestand- Blutes werden, von dort aus werden sie an die verschiedenen sie Organe abgegeben. Sie treten dann aus dem in sich geschlossenen röhrensysteme aus und beginnen eine Wanderung von Zelle zu Zelle, e nach den Gesetzen der Diffusion die Zellwände durchdringen. Auf Wege verrichten sie die ihnen zufallenden Funktionen: ein Theil wird bildung verloren gegangener Organbestandtheile verwendet, wird also einem gewissen Grad in dem Organ gebunden zurückgehalten und damit bhafteren Stoffkreislaufe entzogen; ein anderer Antheil wird von den in len wirkenden oxydirenden Momenten ergriffen und zersetzt und dient so fteproduktion des Organes; ein dritter Antheil tritt in die Anfänge der efässe ein und kehrt von da aus zum Blute zurück, um wieder aus ihm tekreislauf von Neuem zu beginnen.

in der Nahrung aufgenommenen Stoffe können nur zum Theile sogleich ne weitere chemisch-physiologische Umwandlung zu Blutbestandtheilen Vor allem vermag dieses das Wasser und ein Theil der in wässriger aufgenommenen anorganischen und organischen Salze, Alkohol, Zucker, he Basen etc. Sie werden von den Blut- und Lymphgefässen an allen les Verdauungskanales direkt aufgesogen.

Nicht alle Lösungen fallen in die eben besprochene Kategorie. Ein selben wird durch die chemischen Bestandtheile der Körpersäfte, dene ihrer Aufnahme begegnen, gebunden und verändert, ohne dass wir hier eigentlich physiologische Lebenswirkung vor uns hätten. Die alkalis flüssigkeit z. B. verhält sich gegen die aufgenommenen Säuren und sau ebenso wie eine andere Flüssigkeit derselben Reaktion ausserhalb des mus; alkalische Salze werden durch den saueren Magensaft neutralisirt

Manche in Lösung aufgenommene Stoffe — wie das Casein der werden erst, ehe sie den lösenden Einwirkungen der Verdauungssä liegen, durch den Magensaft aus ihrer Lösung ausgefällt.

Auch die in fester Form aufgenommenen Nahrungsmittel verhalten Verdauungsorganen gegenüber wesentlich verschieden.

Ein Theil derselben — die Salze und die meisten krystallinischen lösen sich direkt in dem Wassergehalte der Verdauungssäfte, meist Speichel, sodass sie dann die gleichen Verhältnisse darbieten, als wären gelöst aufgenommen worden.

Ein anderer Theil, vor allen sind hier zu nennen: das Stärkem weiss, das leimgebende Gewebe und Fett, sind an sich in W sonach auch in den Verdauungssäften unlöslich; sie müssen erst eine ve Wirkung erfahren, damit sie löslich werden und in die Blutmasse auf werden können. Für die Fettaufnahme entstehen auch Veränderunge saugenden Organe — der Darmschleimhaut — als Wirkung der Verdau wodurch die Aufnahme ermöglicht wird.

Der Gegenstand unserer speciellen Betrachtung sind vor allem di genannten Substanzen. Wir werden uns die Frage zu beantworten h und wodurch werden dieselben in den löslichen Zustand übergeführt:

Die Verdauung beginnt wesentlich schon in der Mundhöhle.

Hier werden die festen Speisen durch die Kauwerkzeuge verkl zerrieben und so vorbereitet mit dem alkalischen Sekrete der Drüsen d höhle vermischt. Ein zusammengesetzter Muskelmechanismus dient d gekauten Speisen und die Getränke zu verschlucken und weiter zu bew nur zum Theil unter dem Einfluss unseres Willens steht. Durch willkü wegungen übergeben die muskulösen Organe der Mundhöhle, vor allem und Wangen, dem Schlunde den Bissen, der von hier aus dann dur kürliche Muskelaktionen zu den weiteren Verdauungsorganen beförd Die weiteren mechanischen und chemischen Einwirkungen auf die Sp von unserem Willen unabhängig. In seltnen Fällen können wir ein Einwirkung noch nachweisen: es finden sich Verdauungsstörungen d chische Einflüsse. Die Stoffe wandern, so weit sie nicht aufgesaugt w dem Magen in den Darm und erst am Ende des Dickdarmes treten ihre und unlöslichen Reste wieder in das Bereich des Willens ein, ihre Ent ein willkürlicher Vorgang.

Uebersicht über den Bau der Verdauungsorgane.

Im Allgemeinen findet sich eine unverkennbare Analogie in den der Organe, welche zur Verdauung, zur Bereitung der Verdauungsfl

Die Hauptgrundlage besteht bei allen aus einer Schleimhaut, an der [...]er einem geschichteten Epithel je nach den Regionen aus verschieden ge-[...]n Zellen zusammengesetzt, die eigentliche Schleimhaut — Mucosa — aus [...]webe und elastischen Fasern wahrnehmen, reichlich mit Blut und Lymph-[...] und Nerven durchzogen. In sie finden wir verschiedenartig gestaltete [...]eingelagert, welche alle als in die Tiefe gehende Ausbuchtungen des Epi-[...]usehen sind, dessen Zellen je nach den verschiedenen Drüsenfunktionen [...]liche Veränderungen und Umgestaltungen erfahren. Diese Drüsen sind [...]weise als Flächenvermehrungen des Epithels zu betrachten; demselben [...]iss entsprechen die auf die Schleimhaut aufgesetzten zotten- oder faden-[...] Auswüchse: die Papillen oder Zotten, die sich in den verschieden-[...]men in reicher Anzahl finden. Grössere Drüsen senden ihre Sekrete in [...]der Schleimhaut ausgekleideten Höhlungen.

[...]ler Mundhöhle liegt die Schleimhaut, dem Knochen und den Muskeln, die [...] finden, straff auf. Im Schlunde, dem Anfang des Darmes, beginnt eine [...]gelmässige Muskellage, Muskelhaut, sich unter die Schleimhaut zu [...]zu Anfang aus quergestreiften, dem Willenseinfluss dienenden Fasern, [...]getrennte Muskel-Individuen zerfallend; auch am Ende des Darmes treten [...]Afterschliessmuskel wieder willkürliche Fasern auf. Ausserdem bestehen [...]keln des Darmes aus glatten Elementen. Sie zeigen meist zwei, am Magen [...]gen, von denen die eine in der Längen- die andere in der Querrichtung [...]; am Magen kommen noch schiefe Fasern dazu.

[...]wischen Schleimhaut und Muskelhaut findet sich noch eine Lage von locke-[...]ndegewebe: Unterschleimhautgewebe — Submucosa —.

[...] dem Theile des Darmes, welcher in der Bauch- und Beckenhöhle liegt, [...]ich noch eine zarte, nerven- und gefässarme, an der freien Oberfläche mit [...]Epithel überzogene Haut: die seröse Hülle, welche auch den grössten [...]er übrigen Bauch- und Beckenorgane überzieht.

Anatomie der Mundhöhlenschleimhaut und ihrer Drüsen.

[...]e Mundhöhlenschleimhaut ist eine direkte Fortsetzung der äusseren [...] von welcher sie sich an der Uebergangsstelle an den Lippen nur durch [...]e Zartheit und rothe, von ihrem Gefässreichthum herrührende Farbe unter-[...]t. Sie ist wie jene mit einer grossen Anzahl gedrängt neben einander [...]der Papillen besetzt. Zwischen diesen finden sich zahlreiche Drüsenein-[...] von denen einige auf grösseren papillenartigen Erhebungen zu Tage treten. [...] den Papillen steigen Kapillarzweige empor, um hier ein zierliches Geflecht [...]len; ein reiches Netz von Lymphgefässen durchsetzt die ganze Schleim-[...] Mit ihnen stehen die zahlreichen Balgdrüsen in Verbindung, von denen [...] dargethan hat, dass sie wie die solitären Follikel und Peyer'schen Drüsen [...]fachste Lymphdrüsen zu betrachten sind.

[...]n der Zungenwurzel bilden sie eine beinahe zusammenhängende Schichte, [...] oberflächlich liegt, dass sich die einzelnen Drüsen schon mit blossem Auge [...]ndliche, hügelige Erhebungen erkennen lassen. Sie sind linsenförmig ge-[...], von $^1/_2$—2 Linie Durchmesser. Mit blossem Auge erkennt man eine

Oeffnung, die in eine trichterförmige Höhle führt, in welche sich die Sc
mit den Papillen und Epithel fortsetzt. Eine tiefergelegene Schleimdrü
ihren Ausführungsgang in di
Höhle, und erfüllt sie mit ei
lichen Schleimmasse (Fig. 61

Fig. 61.



Balgdrüse von der Zungenwurzel des Menschen. *a.* Epithel, das dieselbe auskleidet, *b.* Papillen. *c.* äussere Fläche der Balgdrüse mit der Bindegewebshülle, *e.* Höhlung des Balges, *f.* Epithel desselben, *g.* Follikel in der dicken Wand des Balges. — Vergrösserung 30.

Jede Balgdrüse ist von ei
wandigen Kapsel umgeben, i
eingebettet in zartes, gefässrei
degewebe die **Drüsenbäl**
Follikel liegen, $^1/_{10}$—$^1/_4$''' g
Baue stimmen sie mit den
nannten geschlossenen Dr
ganz überein, ebenso mit den
der Milz. Für alle die genan
bilde gilt dieselbe Beschreib
zeigen eine faserige, zieml
Hülle und einen Inhalt, der
einer alkalischen Flüssigkeit, theils aus geformten Theilen: rundlich
Lymphkörperchen besteht. Dieser Inhalt liegt in dem Follikel in ein
Balkennetze von Bindegewebskörperchen, welches mit der Hülle zusam
und das ganze Innere durchzieht.

Die Gefässe der Balgdrüsen sind sehr zahlreich und senden Aestc
Innere der Follikel ab, nachdem sie ein schönes Netz um dieselben g
E. H. Weber hat zuerst Lymphgefässe von den Drüsen herkommen seh

Die **Mandeln** oder **Tonsillen** sind Haufen von 10—20 Balgdr
mit einander verbunden und mit einer gemeinsamen Hülle umgeben.

Im rothen Theile der Lippen findet sich das von Kölliker entdeck
Lager von **Talgdrüsen**.

Das **Epithel der Mundhöhle** besteht aus über einander ge
Pflasterzellen, rundlichen, vieleckigen, nach oben abgeplatteten Gebilde

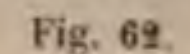


Fig. 62.



Epithelialzellen der Mundhöhle des Menschen. *a.* grosse, *b.* mittlere, *c.* dieselben m
zwei Kernen, 350mal vergr.

Die oberste Lage besteht aus rundlicheckigen, grossen, kernhaltigen Bl
den Zellen ist der Kern nachzuweisen. Beständig werden die oberst

abgestossen und wieder erneuert, sodass jeder Tropfen Mundflüssigkeit
al dieser Zellen enthält.

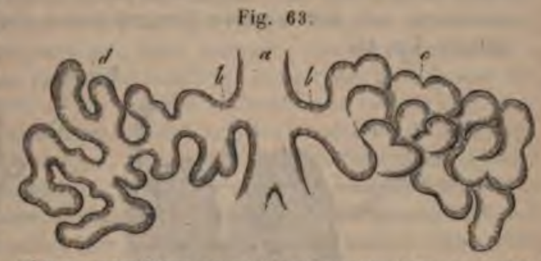
chleimhaut der Zunge besitzt eine grosse Anzahl von Hervorragungen
mackswärzchen, welche bei Betrachtung der Zunge als Organ des Ge-
sinnes ihre nähere Besprechung finden werden. Die Ränder der Zunge
ntere Theil derselben weichen auch in Beziehung auf das Epithel nicht
brigen Mundhöhle ab.

kt unter der Schleimhaut des Mundes liegt eine grosse Menge kleiner
rmiger Drüschen, jedes mit einem kurzen, geraden Gang in die Mund-
h öffnend. Sie liefern ein schleimiges Sekret: Schleimdrüsen der
hle.

inden sich an manchen Stellen zu grösseren Haufen vereinigt. Um die
te liegt ein reicher Drüsenring: die Lippendrüsen, Gl. labiales.
nenfläche der Backen die Gl. buccales, einige grössere Drüschen um
ündungsstelle des Stenon'schen Ganges. Die Drüschen des weichen und
aumens tragen den Namen Gl. palatinae. An der Wurzel, dem Rande
Spitze der Zunge liegen in reichlicher Menge die Glandulae lingua-
Zungendrüsen.

mikroskopisch-anatomische Bau dieser Schleimdrüsen kann als Schema
enförmige Drüsen gelten. Der grössere Stamm des Ausführungsganges,
auf der Schleimhautoberfläche mündet, spaltet sich in feinere und feinste
welche letztere an ihrem Ende bläschenartig zu enannten Drüsenbläs- der Acini anschwellen. cini sitzen ziemlich un- ssig den feinsten Ausfüh- ngen auf, zeigen aber Allgemeinen eine rund- der rundlich-birnförmige (Fig. 63).

Fig. 63.



Schema zweier Gänge eines Schleimdrüsenläppchens. *a.* Ausführungsgang des Läppchens, *b.* Nebenast, *c.* die Drüsenbläschen an einem solchen in situ, *d.* dieselben auseinandergelegt und der Gang entfaltet.

feinsten Gänge und die n besitzen eine gleich- strukturlose Hülle, eine
ana propria, besetzt mit einfacher Schicht von eckigen Epithelzellen,
in ihrem zähflüssigen Inhalt, ausser vielen fettähnlichen, theilweise gelb-
rbten Körnchen, durch Essigsäure gerinnenden Schleimstoff erken-
sen.

einzelnen Drüsenläppchen sind durch zartes Bindegewebe, welches reich-
tgefässe trägt, zusammengehalten.

den Ausführungsgängen finden sich in dem Bindegewebe elastische Fasern.
thel der Ausführungsgänge ist von dem der Mundhöhle und der Drüsen-
n verschieden, es besteht aus Cylinderzellen.

r gröbere und mikroskopische Bau der grossen, in die Mundhöhle ihr Sekret ergiessen-
peicheldrüsen, der Glandulae salivales, Parotis, Submaxillaris,
ingualis und der Rivini'schen Drüsen stimmt im Allgemeinen mit dem eben be-
benen der Schleimdrüsen überein, sie stellen grosse Schleimdrüsen dar. Der Stamm des

Ausführungsganges ist ihrer Grösse entsprechend weit und lang und sehr vielseitig Er zeigt ebenfalls ein Cylinderepithel und wenigstens am Ductus Whartonianus sich auch glatte Muskelfasern unter dem Epithel und einer Doppellage von elastisch auffinden.

Die Blutgefässe der Speicheldrüsen umspinnen die Drüsenbläschen reichlich. der die Bindesubstanz der Drüsen neuerdings untersuchte, fand, dass jeder Submaxillaris bei Kaninchen) von verästelten Zellen (retikulärem Bindegewebe ist. Diese glatten Zellen umspinnen den Acinus in einem reichen Netze, indem ih verästelten Ausläufer zahlreiche Anastomosen eingehen und sehr zarte Fortsätze die einzelnen Epithelzellen des Alveolus entsenden.

Das Nervengewebe der Speicheldrüsen besteht aus Ganglienzellen und Fa tere aus markhaltigen, welche die Hauptmasse darstellen, und blassen Nerven Wie PFLÜGER fand, theilen sich die ersteren Fasern in peripherischer Richtung se sodass zwischen den Alveolen wahrhaft gefiederte markhaltige Primitivfasern lie

Auch das Verhalten der Nervenendigungen in den Speicheldrüsen ist in sten Zeit durch PFLÜGER untersucht worden.

PFLÜGER behauptet einen direkten Zusammenhang der Nerven mit den eigentli senzellen, den Epithelzellen der Alveolen.

Der Zusammenhang zeigt sich nach seinen Untersuchungen verschieden, w Verschiedenheit der Nervenbahnen, durch welche die Speicheldrüsen innervirt w sammenhängen mag. Schon DONDERS hatte in den Drüsen des Pferdes eine de zweigung von Nervenfasern gesehen, die KRAUSE bis zu den Alveolen verfolgte. treten nach PFLÜGER durch die Membrana propria hindurch, mit der ihre Hülle schmilzt, verästeln sich, noch markhaltig, zwischen den Drüsenzellen, in deren eindringen, um dort mit einer knotenförmigen Anschwellung, dem Zellenk endigen (Fig. 64).

Fig. 64.



Endigungsweise der Speicheldrüsennerven (PFLÜGER). *I.* und *II.* Verzweigung de Nerven zwischen den Speichelzellen, *III.* Endigung im Zellkern, *IV.* Verbindung eine Ganglienzelle mit einer Speichelzelle.

Es würde sich mit der Bestätigung der Entdeckung PFLÜGER's die Entscheidung wo die die Gewebszellen beeinflussenden Nerven endigen, für alle selbständigen dahin neigen, dass feinste Nervenfasern in das Innere der Zellsubstanz eindrin sie die Zellhülle durchbohren und in eine Endausbreitung innerhalb der Zelle,

übrigen Inhalte wesentlich individualisirt, übergehen. Ueberall scheinen es platten-Gebilde, sodass diese Nervenendigungen alle eine Analogie mit den elektrischen der Fische vermuthen lassen. Dieses Eindringen und Endigen innerhalb der Zell-n ist ausser für Drüsen- und Nervenzellen auch für die quergestreifte und glatte ser und die zelligen Endorgane der Sinnesnerven behauptet. Nach den Mittheilungen LÜGER würden auch in die Cylinderepithelzellen der Drüsenausführungsgänge, der elröhren« von ihrer Spitze her so zahlreiche feinste Nervenfasern eintreten, dass der Theil der Zelle ganz aus diesen Fasern zusammengesetzt scheint.

e freie Endigungsweise der Nerven in den Speicheldrüsen ist nach PFLÜGER's Angaben e einzige. Ein Theil der in die Speicheldrüse eintretenden Nervenfasern senken sich n kleine mit vielen Ausläufern versehene Zellen ein: Nervenzellen (KRAUSE, PFLÜGER), nicht zwischen den eigentlichen Drüsenzellen, sondern ausserhalb der Membrana liegen sollen. Kurze Ausläufer dieser Zellen sah PFLÜGER in das Innere der Drüsen-intreten. Vielleicht ist auch für die übrigen Speichelnerven ein derartiges ganglien-rtiges Zwischengebilde vorhanden. Das was PFLÜGER als solches beschreibt, stellt eine ung von Nervenzellenprotoplasma von geringer Individualisirung dar; dieses liegt, scheint, innerhalb der Alveolen.

ist wahrscheinlich (PFLÜGER), dass die Ganglienendigung den sympathischen, die freie rebrospinalen Nervenbahnen in den Drüsen entspricht.

ch den neueren Angaben PFLÜGER's tragen die in die Cylinderzellen der Speichelröhren genden *Axencylinderfibrillen* an ihren freien Enden kleine Kölbchen, welche sse zunehmen, bis sie sich deutlich als Zellenkerne charakterisiren von spärlichem lasma umgeben. Diese Gebilde wachsen allmählich zu Speichelzellen einer neu ent-den Alveole aus, die durch partielle Abschnürung aus der durch die Zellenwuche-stark verdickten Wand des Speichelrohrs hervorgeht. In den bereits ausgebil-Alveolen endigen nach PFLÜGER auch *markhaltige* Fasern. Der Nerv soll da, wo er mbrana propria durchsetzt, plötzlich sein Mark verlieren, mit der Speichelzelle in dung treten, indem er in feinste Fibrillen sich auflöst, die mit dem Protoplasma (den en desselben) in Verbindung treten. Die Angaben PFLÜGER's sind vielfach bestritten, eise bestätigt worden. S. MAYER konnte die Existenz eines Kernfortsatzes in den Epi-n der Kaninchen-Submaxillaris bestätigen, der hie und da auch Verbindung zwischen ernen der Nachbarzellen herstellen kann. W. KRAUSE sah in der acinösen Beckendrüse els (und dem Pankreas der Katze) Endigungen markhaltiger Nervenfasern innerhalb gentlichen Drüsenepithels. Sie sollten hier in »Endkapseln« und in kleinen »VATER'schen rchen« endigen.

Absonderung der Speicheldrüsen.

e Drüsenzellen sind nach PFLÜGER die Endorgane der Drüsennerven. Die erung der Zellen ist gerade so gut ein Effekt einer direkten Nervenreizung Kontraktion der Muskelfaser.

f den ersten Blick scheint eine derartige Aehnlichkeit oder gar Gleichheit rch die Nervenreizung gesetzten Vorgänge in den Drüsenzellen und den zellen ganz unverständlich. Es ist aber mehr als wahrscheinlich, dass m der primäre Erfolg der Nervenreizung überall ganz der gleiche ist: all *scheint er ein elektrolytischer*. Es werden unter der elektro-n Einwirkung der Nerven primär aus den Zelleninhaltsstoffen *sauer* (und *isch*) reagirende Zersetzungsprodukte gebildet. Erst die Wirkung dieser

Zersetzungsprodukte, Reize auf die Zelle und in der Zelle ist die Dr
derung oder die Muskelaktion. Die Zersetzungsprodukte des Muskelzel
die sich unter der Einwirkung der Nervenreizung bilden, sind vor all
Milchsäure, Phosphorsäure; sie wirken theils für sich, theils in Verl
Kali als Reize auf die kontraktile Substanz ein, gerade so wie wir
künstliches Zusammenbringen dieser Stoffe mit dem Muskel Kontrakt
rufen können.

Aehnliche Zersetzungsprodukte werden unter der Einwirkung d
reizung auch in den Drüsenzellen gebildet, andere nach der ander
mensetzung der Zellen. In den Magendrüsen sehen wir eine Säure –
— entstehen wie im Muskel. Es wäre nicht undenkbar, das in and
ein alkalischer Stoff schliesslich der Chemie der Zelle gemäss das Ue
über die anderen Zelleninhaltsstoffe erhält, doch lehren die unten fol
obachtungen, dass auch hier das Protoplasma bei seiner Thätigkeit ei
Reaktion annimmt.

Unter der Einwirkung besonders von Säuren aber auch von Alkal
die Diffusionsverhältnisse der Zellmembranen auf das Wesentlichste ge
lassen nun Stoffe durch — herein- und heraustreten —, denen sie
schwächter Lebensenergie den Durchtritt entweder ganz verwehren
nur sehr spärlich gestatten. Nun kann also eine reichliche Drüsenal
aus den Drüsenzellen beginnen, das Blutgefässsystem kann reichliche
vorläufigen Verarbeitung in die Zelle abgeben, da ihr Ansaugvermö
gesteigert ist wie ihr Vermögen der Stoffabgabe. Dass hiebei die Anwe
Stoffen mit hohem endosmotischem Aequivalent in den Drüsenzellen v
Bedeutung ist (Pflüger), ist verständlich.

Für die Drüsensubstanz ist meine eben vorgetragene Hypothese
geprüft, doch würde sie eine Prüfung wohl zulassen. Dass aber auch
rend des Reizzustandes Zersetzungen und Oxydationen wirklich statt
zwar in gesteigertem Maasse, beweist die Beobachtung Ludwig's, dass
dernde Drüse sich um 1,5°C. erwärmte im Vergleich gegen die ruh
supponirte Wirkung der Zersetzungsstoffe auf die Diffusion in den Musk
als eine Nebenwirkung der Muskelreizung von mir mit aller Sicherhe
wiesen. Auch aus dem Muskelschlauche treten nach der Nervenreizun
der gleichen hier nachweisbaren Veränderungen, wie wir sie in den Drü
membranen annehmen, eine grosse Menge von Stoffen aus, dagegen füll
selbe mit Flüssigkeiten aus dem umspülenden Blut und der Lymphe o
umgebenden Parenchymflüssigkeit, sodass der Muskelschlauch dann
Aehnlichkeit mit einer Drüsenzelle nicht verkennen lässt. Ganz analoge
habe ich für Nervenfasern, Rückenmark und Darmepithelzellen nachge
S. 118). Bei dem Absterben bildet sich in den Speichel- und Thränen
im Muskel eine sauere Reaktion aus (J. Ranke).

Wenn wir in der oben vorgetragenen Weise meine am Muskel gewonnenen
die Drüse übertragen, so hält es nicht schwer die eigenthümlichen bisher
ständlichen Resultate Ludwig's zu verstehen, welche die durch Nervenreizung
Steigerung der Drüsenabsonderung von der Nervenwirkung auf das Blutgefässsy
einem gewissen Grad unabhängig zeigten. Auch wenn der Blutzufluss ganz fe
abgeschnittenen Kopfe ergiebt die Reizung der Drüsennerven noch Steigerung

r Speicheldrüsen. Wir haben es hier mit einer Ausscheidung in Folge chemischer
erungen des Protoplasma der Absonderungszellen zu thun, die mit selbständiger
verläuft. Reichlicher zur Imbibition dargebotene Stoffe werden aus demselben
reichlicher aufgenommen und ausgeschieden; Blutzufuhr steigert darum die Drüsen-
idung. Den Gedanken, dass wir es bei der Speichelabsonderung vielleicht nur mit
esteigerten Filtration aus den Drüsen in die Drüse zu thun haben, widerlegt der von
geführte Beweis, dass der Druck in dem Lumen des Ausführungsganges der gereizten
höher steigen kann als der Blutdruck in den blutzuführenden Gefässen, sodass dem-
in Filtrationsdruck von Seite der Drüsenzellen in das Blutgefässsystem, nicht aber
ehrt existirt.

ANNUZZI hat unter LUDWIG's Leitung von mir am Muskel gewonnene Resultate über die
ende« Wirkung von Säuren und Alkalien auch auf die Speicheldrüsen übertragen.
llt sich wenigstens für die beobachteten Fälle eine vollkommene Uebereinstimmung
hen dem Drüsen- und Muskelgewebe in dieser Beziehung heraus.

ANNUZZI war im Stande die Drüse durch Einspritzen von Säure (Salzsäure) und kohlen-
em Natron zu ermüden, sodass keine Sekretion mehr stattfand, obwohl die Drüsen-
n gereizt wurden. Der Ermüdung der Drüse ging bei seinen Versuchen ebenso ein
stand, wie dieses am Muskel der Fall ist, voraus, sodass, wenn die Einspritzung nicht
gte, um die Sekretion bei nachfolgendem Nervenreiz nicht eintreten zu lassen, nun auch
weitere Reizung die Drüsenabsonderung begann.

s zeigen diese Versuche, wie vollkommen analog wir den Chemismus in Muskel und
uns denken dürfen in Beziehung auf die besprochenen Verhältnisse. Es geht diese
gie noch weiter aus der von GIANNUZZI beobachteten Thatsache hervor, dass die Drüse
so ermüdet wie der Muskel, wenn ihr, auch bei sonst reichlicher Anwesenheit von flüs-
n Material zur Speichelbildung, der arterielle Blutzufluss d. h. der Sauerstoff ab-
nitten wird (STENSON's Versuch am Muskel).

u den Untersuchungen über den Modus der Ausscheidung aus den Drüsenzellen,
früher zunächst nur an den einzelligen Drüsen angestellt waren, sind in der letzten Zeit
Beobachtungen von STRICKER und LANGER an den Zellen der menschlichen Milchdrüse
ugekommen. Auch über den Sekretionsmodus der Speichelzellen haben wir, veranlasst
h HEIDENHAIN und in neuester Zeit durch PFLÜGER und A. EWALD, erwünschte Aufschlüsse
lten. HEIDENHAIN hat nachgewiesen, dass das mikroskopische Bild der gereizten und
enden Drüse wesentlich verschieden ist, worauf schon PFLÜGER gelegentlich der Präpara-
methoden aufmerksam gemacht hatte. Die Speichelzellen der ruhenden Drüse sind mit
mig degenerirten Massen erfüllt, während die Zellen in den Alveolen der gereizten
e einen reinen Protoplasmainhalt zeigen, wie sie ihn auch in jedem Alveolus der
enden Drüse in einer halbmondförmigen Randzone zeigen (Halbmond GIANNUZZI's und
ENHAIN's). EWALD erklärt diesen Unterschied daraus, dass die »Schleimzellen« der ruhen-
Drüse ihren Schleim bei der Reizung verlieren (auspressen?) und sich in »Protoplasma-
en« umwandeln. Es geschieht das dadurch, dass das um den Kern zusammengeballte und
ihnen an den Rand der Zelle gedrückte Protoplasma der Schleimzellen den Schleim
rängend sich mit dem Kern vom Rand aus nach der Zellenmitte ausbreitet. Central-
Randzellen, Schleim- und Protoplasmazellen sind nur zwei verschiedene Zustände der-
en Zelle. Die Zelle geht bei der Sekretion nicht zu Grunde, sondern presst ihren Inhalt
aus. Dieses Auspressen wird wahrscheinlich wie bei dem Muskelprotoplasma eingeleitet
ch eine vorläufige Anquellung des sauer gewordenen Protoplasmas, so können wir
seine Ausbreitung erklären. Dass das Protoplasma sauer ist, geht aus der Beobachtung
vor, dass es sich nun mit Karmin färbt (EWALD u. A. cf. oben S. 81). Im sogenannten
pathicus-Speichel finden sich die ausgepressten Schleimklümpchen vor, die offenbar
den Speichelzellen stammen.

Reizung der Speicheldrüsennerven.

Die Verhältnisse des Blutlaufes in der ruhenden und der s nirenden, arbeitenden Drüse sind vor allem durch Cl. Berna Ludwig untersucht worden.

Die reichlichen Blutgefässe stehen unter einem doppelten Nerven Wie bei allen Blutgefässen wird die Weite ihres Lumens von dem Reizu des Sympathicusabschnittes, der seine Fasern zu ihnen sendet, bestimmt. Reizung bewirkt Verengerung des Gefässlumens, seine Lähmung Erwe desselben.

Ebenso ist es bei den Gefässen der Speicheldrüsen. Auf elektrisch des Sympathicus verengern sich die Gefässe und es fliesst in Folge da Blut spärlicher durch sie hindurch und gelangt sehr dunkel in die Venen.

Die Reizung einer zweiten Nervengattung, die in die Drüse eintritt, w entgegengesetzter Weise; sie erweitert die Gefässe, das Blut strömt seh und reichlich, noch hellroth in die Venen ab, welche sprützen und sogar d in sich wahrnehmen lassen, sodass das Blut rhythmisch beschleunigt w einer Arterie aus ihren durchschnittenen Enden heraus fliesst.

Diese zweite Nervengattung verläuft im Facialis und Trigeminus.

Durch den Nervus petrosus superficialis minor des Facialis, das G oticum und den Auriculotemporalis des Trigeminus kommen die Nerv Parotis.

Der Sublingualis und Submaxillaris führt die Chorda tympani des zuerst an den Lingualis (Trigeminus) sich anlegend, wodurch der Trunc panico-lingualis gebildet wird, von da wieder abtretend und theils in das G submaxillare sich einsenkend, theils direkt zur Drüse verlaufend die gefäs ternden Fasern zu.

Ludwig hat gezeigt, dass die Reizung dieser Nerven z. B. auf schem Wege ausser der Gefässerweiterung auch eine Speichelabsond der Drüse hervorruft. Dasselbe geschieht auf Reizung des Symp

Czermak entdeckte, dass bei Hunden die aus irgend einem Grunde s dende Speichelsekretion (z. B. durch Reizung des Lingualis erregt) aus d maxillaris durch elektrische Reizung des Sympathicus verlangsamt, ja zum Stillstand gebracht werden kann. Dasselbe wird im umgekehrte behauptet (Kühne), sodass beide Nerven gegen einander als »Hemmungs zu wirken scheinen.

Die Gefässlumensveränderungen und die Drüsenabsonderung stehen nicht zu verkennenden Wechselbeziehung. Der auf Reizung des Sym abgesonderte Speichel »der Sympathicus-Speichel« ist zäh und di und spärlich; der Trigeminus-Speichel ist reichlich und ärmer a Bestandtheilen, was mit den Cirkulationsverhältnissen der Drüse währ Reizung zusammenpasst. Reichlichere Blutzufuhr liefert ein reichlicheres zur Absonderung, es muss aber zu dem Materiale stets auch noch die V rung in der Drüsenzelle durch Nervenreiz als bedingendes Moment hinzuk ohne das keine Absonderung erfolgen kann.

normalen, lebenden Organismus erfolgt die Speichelabsonderung stets r Nerveneinfluss reflektorisch vom Magen und der Mundhöhle aus. Die geschieht im Leben meist durch Geschmacksreize, welche die Mund- hleimhaut treffen, dasselbe bewirken an der gleichen Stelle alle Nerven- itzeln mit einer Federfahne, chemische Reize durch sauere oder alkalische lkohol, Aether, Pfeffer. Auch bei Kaubewegungen findet eine Speichel- rung statt, welche nicht sowohl durch Druck der Kaumuskeln auf die als durch eine bei willkürlicher Erregung der Kaunerven gleichzeitig mit ende Erregung der Drüsennerven zu erfolgen scheint.

durch Säuren reflektorisch erregte Speichelabsonderung liefert dünn- Speichel; Alkalien und scharfe Gewürze einen zähen, dickflüssigen.

NNUZZI hat zu den schon angeführten Beweisen von der relativen Unab- eit des Speichelabsonderung von der Blutcirkulation in der Drüse noch iteren hinzugefügt, dass die künstlich »ermüdete« Drüse auf Nervenreiz ehr secernirt, obwohl die Steigerung der Blutzufuhr durch die Reizung folgt. Die Drüse wird dann ödematös, es häuft sich in ihr seröse Flüssig-

Nerveneinflüsse sind vor allem für die Submaxillardrüse untersucht. Das reflektorisch egende Centralorgan für ihre Thätigkeit liegt wahrscheinlich im Gehirn. Die centri- (dem Gehirn zu) verlaufenden Nerven, welche reflektorisch erregt, die Sekretions- eit der Drüse veranlassen, verlaufen im Glossopharyngeus und wohl auch im Tri- s und Vagus.

s Ganglion submaxillare soll nach BERNARD ein Reflexorgan für die Drüsen- sein. Es enthält Ganglienzellen, deren Erregungszustand eine Absonderung der xillar-Drüse hervorruft. Es wäre dieses der einzige Fall, in welchem Reflexorgane halb der nervösen Centralorgane, Rückenmark und Gehirn, nachgewiesen wurden. sern, welche das Ganglion submaxillare reflektorisch zu erregen vermögen, verlaufen Lingualis, gehen aber von da wieder zum Ganglion.

ch Durchschneidung des Trunc. tymp.-ling. sollen andere sensible Reize der Mund- haut als Geschmacksreize noch Sekretion hervorrufen können. BERNARD's Beobach- rd bestritten.

chelabsonderung tritt auch auf mechanische, thermische, elektrische, rein chemische se ein, auch bei Brechneigung (vom Magen aus oder direkt vom Gehirn?), bei Ein- ng von Speisen in eine Magenfistel (FRERICHS).

normalem Verhalten sondern die Speicheldrüsen (LUDWIG) nur unter Nerveneinfluss hne denselben steht die Sekretion still. Nach ECKHARD u. A. soll dagegen beim Schaf rotisabsonderung eine continuirliche sein. Auch bei dem Menschen scheint sie nie aufzuhören (DONDERS), wenn sie auch im nüchternen Zustand geringer ist, als bei und dem Essen. COLIN sah die Parotis bei dem Rinde kontinuirlich absondern 200—600 m in der Viertelstunde. Längere Zeit nach der Durchschneidung des Trunc. tympanico- lis tritt mit beginnender Degeneration der Drüse eine kontinuirliche »paralytische retion« ein, um mit fortschreitender Degeneration der Drüse wieder aufzuhören. HEI- AIN sucht die Ursache der paralytischen Absonderung in der Stagnirung des Sekrets in Drüse. Paralytische Sekretion tritt auch rasch auf nach Zerschneidung des Ganglion xillare mit Erhaltung der vom Tr. tymp.-ling. durchtretenden Fasern (BERNARD), oder ergiftung mit Curare, wodurch die sympathischen Fasern gelähmt werden.

Bestandtheile des Speichels und seine Menge.

Nach Kölliker ist der Speichel normaler Weise frei von geformte theilen. Er bekommt nur abgestossene Epithelzellen aus den Drüs Mundhöhle beigemischt.

In dem gemischten Mundsafte, dem gemischten Sekrete aller in höhle mündenden Drüsen finden sich in grosser Anzahl rundliche, kle gebilde: Speichelkörperchen, Schleimkörperchen, die den we körperchen gleichen. Sie finden sich in besonders reichlicher Menge i den man an der Zungenwurzel abgesogen hat. Diese Zellen sind kugeli kernhaltig. Die im Inhalte der Zelle befindlichen Körnchen zeigen bewegung.

Wir nennen im gewöhnlichen Leben Speichel den gesammter der allen grossen und kleinen in die Mundhöhle ihr Sekret ergiessen entstammt. Seine chemische Zusammensetzung wird selbstverständli ken je nach den Quantitäten der beigemischten Speichelarten, die ve denen Drüsen und Reizzuständen Unterschiede erkennen lassen.

Letzteres ist besonders bei der Submaxillardrüse und ihr untersucht.

Der Speichel welcher auf Reizung der Chorda abgesondert wird geminus- oder Chorda-Speichel enthält keinerlei zellige Be er reagirt stark alkalisch, nur manchmal die ersten Tropfen nach lang ruhe sauer und besteht meist zu 98,6—99,2% aus Wasser. Der feste die festen, nicht flüchtigen im Speichel gelösten Stoffe betragen also n 0,8—1,4%. Hie und da steigt der Gehalt an festen Stoffen auch höh ders, wenn die Drüsenabsonderung in der Zeit eine unbedeutende ist. dann sogar vor, dass diese Stoffe bis zu 4 ja bis zu 8,5% (Bidder u steigen. Eine vollständige Analyse dieser Forscher vom Hundesp der Submaxillaris kann die Zusammensetzung veranschaulichen:

Wasser	991,45
Rückstand	8,55
organische Materie	2,89
Chlorcalcium, Chlornatrium	4,50
kohlensauerer Kalk, phosphorsauerer Kalk, „ Magnesia	1,16

Brücke hat im reinen Speichel etwas Ammoniak als normalen aufgefunden.

Unter den organischen Bestandtheilen dieses Speichels zeigt sich teristisch das **Ptyalin**, der Speichelstoff, Speichelferment und ein geri an Eiweiss und Mucin oder Schleimstoff. Unter den anorganische der Gehalt an kohlensauerem Kalke auffallend, der sich bei dem Stehe chels in den schönen doppeltbrechenden Krystallen des Kalkspaths abs auch hie und da während des Lebens Gelegenheit zur Bildung fester gen, Speichelsteine, in den Speichelgängen giebt.

[...]ÜGER hat die **Speichelgase** des Submaxillarspeichels eines Hundes bei [...]chluss aufgefangen und untersucht, er fand (nach Fleischfütterung):

Sauerstoff	0,6%
Kohlensäure:	
auspumpbare	22,5%
durch Phosphorsäure ausgetriebene	42,2%
totale	64,7%
Stickstoff	0,8%

[...]e Koncentration des Speichels ist von der Dauer der Absonderung abhän[...]s der sie langsam sinkt.

[...]ewisse Substanzen, die abnormer Weise in das Blut gelangten, gehen aus [...] in den Speichel über: so **Jod** und **Brom**, dasselbe wird von dem [...]ksilber behauptet.

[...]er **Sympathicus-Speichel** ist wie der **Chorda-Speichel** bisher [...]m Hunde untersucht worden. Er zeigt seiner Dickflüssigkeit entsprechend [...]heres specifisches Gewicht, auch seine festen Bestandtheile betragen mehr [...] des Chordaspeichels. Er enthält eine ziemliche Menge von Gallertklümp[...]die einen Mucin- und Eiweissgehalt erkennen lassen. Der Mucingehalt kann [...]eicht durch Essigsäure, mit welcher das Mucin herausfällt, nachgewiesen [...]n; er ist so bedeutend, dass er etwa $^1/_3$ des ganzen Speichelvolumens be[...] Die Reaktion des Sympathicus-Speichels beim Hunde ist alkalisch, die [...]nischen Salze sind qualitativ von denen des Chordaspeichels nicht ver[...]en.

[...]ECKHARD hat vom Menschen durch Einlegen einer Kanüle in den Ausfüh[...]gang **Parotisspeichel** erhalten, den man auch aus zufälligen Speichel[...] gewinnen kann. Derselbe enthält Spuren eines bekannten giftigen Stoffes: [...]ankalium (TREVIRANUS, v. PETTENKOFER), den man durch Zusatz von Eisen[...], wodurch sich der Speichel roth färbt, durch Bildung von Eisenrhodanid, [...]eisen kann. Man behauptet theilweise, dass das Rhodankalium CNKS kein [...]ler Speichelbestandtheil sei, sondern aus kariösen Processen der Zähne [...]me. Andere wollen es in den reinen Drüsensekreten aufgefunden haben.

[...]Die **paralytische Speichelabsonderung** liefert grosse Mengen eines [...]g koncentrirten Speichels.

[...]Bei der Submaxillardrüse ist die Frage, welche Veränderungen das Blut, während es [...]ch die secernirende Drüse fliesst, erleidet, in Angriff genommen. Dass es bei Chorda[...]ung hellroth, arteriell in die erweiterten Venen einströmt, haben wir schon erwähnt. [...]entpricht dieser veränderten Farbe und vermehrten Geschwindigkeit der Blutbewegung [...]ch die Drüse ein relativ höherer Gehalt des venösen Blutes an Sauerstoff, ein geringerer [...]Kohlensäure gegenüber derselben Blutart der ruhenden Drüse. Die Sympathicusreizung, [...]che den Blutstrom verlangsamt und spärlicher macht, lässt das Venenblut ärmer an [...]erstoff und reicher an Kohlensäure werden. Es ist klar, dass wir es hier zunächst mit [...]änderungen, hervorgehend aus den Unterschieden der Geschwindigkeit der Blutbewegung, [...]thun haben.

[...]Nach PFLÜGER wird durch längere Sekretion die Speicheldrüse leichter, weicher, absolut [...]d relativ ärmer an festen Bestandtheilen und blässer von Aussehen. Durch längere Ruhe [...]h. Fasten treten die umgekehrten Veränderungen ein, und die Farbe wird mehr gelb. [...]zteres soll durch zahllose in den Speichelzellen sich anhäufende Molekularkörnchen be[...]gt sein. Die Drüse ist dann »geladen« (cf. auch oben S. 232).

Nach alledem können wir die verschiedene Wirkung des Sympathicus und T auf die Absonderung der Speicheldrüse uns so erklären: durch beide Nervengatt die Sekretion der Drüse, die aktive Ausscheidung des specifischen Sekretes, m »geladen« ist, und das sich vielleicht während der Reizung zum Theil neu bildet, Bei der Sympathicusreizung »presst« die Drüsenzelle ihren Inhalt aus, ebenso b geminusreizung, das Produkt der Sekretion ist aber einmal arm an Transsu beimischung (vor allem Wasser) aus dem Blut und Lymphe, das andere reich, je nachdem gleichzeitig der Drüse die Aufnahme von Flüssigkeiten durch d tion in grösserem oder geringerem Maasse ermöglicht ist. Ueber die Erklärung unterschiede in der Cavotis und dem Speichelgang der secernirenden Drüse w oben gesprochen. Man darf dabei auch die Bemerkung von DONDERS nicht verge der hohe Druck, den LUDWIG gefunden, kein normaler ist, da nur ein gerin druck stattfinden kann, solange der Abfluss des Speichels frei ist, und an der Ausf wird der Druck stets = O. PFLÜGER beschreibt in der Drüse auch glatte Muskel sich am Ausscheidungsdruck betheiligen könnten.

Der reine Sublingualspeichel verhält sich in seinen Eigenschaften dem larspeichel sehr ähnlich, reagirt alkalisch, enthält Mucin und Rhodankalium.

Der Speichel der Parotis wird normal durch reflektorische Uebertragun zustandes der sensiblen Mundschleimhautnerven auf den Drüsennerven in der Drü Der Einfluss psychischer Momente auf die Absonderung ist bei keiner Drüse so d bei dieser. Nicht nur Vorhalten, sondern schon die Vorstellung besonders saue lässt ihn oft in starkem Strahle aus dem Ausführungsgang hervorspritzen.

Im Parotidenspeichel soll das Mucin fehlen (?); er enthält aber S Eiweiss.

Nach Unterbindung aller Ausführungsgänge der grösseren Speicheldrüsen ka spärliche Sekret der Schleimdrüsen der Mundhöhle gesondert gewinnen. Die Mundschleim enthält eine grosse Menge geformter Bestandtheile: die Epithel Schleim- oder Speichelkörperchen, die sonach nach KÖLLIKER vielleicht aus keiner ren Drüsen herstammen, nach DONDERS aus der Sublingualis. Nach PFLÜGER sind einer katarrhalischen Affektion der Schleimhaut der Gänge, nach Anderen wander

Nach BIDDER und SCHMIDT enthält der Mundschleim neben Wasser 10% feste Be von denen mehr als 6% anorganischer Natur sind, davon treffen 5,3% auf Chlo Kali und Natron —, der Rest besteht aus phosphorsauerem Natron, Kalk und Ma fehlt also der für den Speichel charakteristische (?) kohlensauere Kalk.

Aus allen diesen Sekreten in wechselnder Menge ist der gemischte Mund zusammengemengt. Seine Gesammtmenge soll nach Umrechnung be beobachteter Verhältnisse auf den Menschen zwischen 200—150 in 24 Stunden schwanken. Aus einer zufällig entstandenen Fistel des Du nianus (Parotis) erhielt MITSCHERLICH im Mittel 80 Gramm Speichel im Tage; für al drüsen zusammen würde das nach VALENTIN etwa 216 bis 316 Gramm geben. SCHMIDT halten die Mengen für viel grösser: 1000—2000 Gramm im Tage.

Jedenfalls, mögen diese Berechnungen noch so ungenau sein, wird durch d drüsen dem Blute fort und fort eine sehr bedeutende Flüssigkeitsmenge entzoge durch das Verschlucken des Speichels wieder in den Blutkreislauf zurückgelangt. hierin ein Beispiel des »intermediären Säftekreislaufs«, der aus dem B Organe und aus diesen wieder in das Blut zurück erfolgt.

Physiologische Wirkungen des Speichels.

Der grosse Wasserreichthum und die jedenfalls sehr bedeutende Speichels lösen die in den Mund aufgenommenen, in Wasser löslich

lkalische Reaktion macht es auch, wie oben erwähnt, möglich, dass manche in reinem Wasser unlösliche Substanzen sich in ihm verflüssigen.

r Schleim, welchen der Speichel enthält, macht den Bissen schlüpfrig und um Verschlucken geschickt, und ist zugleich der Grund, dass der Speichel rk schäumt und viel Luft in sich einschliesst, die, mit in den Magen hinab- ckt, sich vielleicht an den Verdauungsprocessen daselbst betheiligt.

e wesentlichste Aufgabe des Speichels für die Verdauung ist die, dass er ener einleitend genannten, an sich in Wasser unlöslichen Stoffe der Nah- das Stärkemehl verdaut, d. h. in den löslichen Zustand überführt.

er frische Speichel hat die Fähigkeit Stärkemehl in Dextrin raubenzucker zu verwandeln.

uf rohe Stärke zeigt er nur geringere Einwirkung, dagegen verwandelt er sser Raschheit gekochte Stärke, Stärkekleister in Zucker, ebenso alle Stärke, , wie dieses bei der Zubereitung unserer aus Stärkemehl bestehenden oder tens davon enthaltenden Speisen stets der Fall ist, einer höherem Tempe- usgesetzt war.

ese wichtige Fähigkeit wird dem Speichel durch jenen eigenthümlichen eiweissartigen Fermentkörper (Cohnheim, v. Wittich) ertheilt, durch das oder den Speichelstoff (Schwann). Aus allen Speicheldrüsen konnte rich das zuckerbildende Ferment (mit Glycerin) ausziehen. Solche Fer- fand er aber auch in den meisten Organen: in der Magen- und Darm- mhaut, Pancreas, Leber, Nieren, Gehirn, Blut und Blutserum.

s ist wichtig, dass diese Einwirkung des Speichels oder vielmehr des lins auf Zucker auch dann noch stattfindet, wenn die Flüssigkeit schwach ist. So kann sich die Wirkung des Speichels auch im Magen noch fortsetzen.

ie Wirkung des Ptyalins wird als eine Fermentwirkung betrachtet, d. h. es ieser Stoff seine verdauenden Eigenschaften entfalten, ohne selbst dabei zt zu werden, sodass eine verschwindend kleine Ptyalinmenge immer neue täten Zucker zu bilden vermag.

Die Ptyalinwirkung verschwindet wie alle Fermentwirkung durch Kochen.

Das Ptyalin und damit die Zuckerbildung kommt allen Speichelarten des chen zu.

Zur historischen Entwickelung der Verdauungslehre. — 1. Verdauung in der Mund- hle. Vor allem wurde die mechanische Seite der Speisezerkleinerung und Vorbereitung Schlucken schon im Alterthum aufgefasst. Die Lehrer der Athletik empfahlen es ihren ülern, dass sie, wenn sie anders wollten, dass die genossene Speise ihnen Kraft gäbe, e nicht blos mit den Zähnen zerreissen, sondern mit Musse zerkauen sollten. Die Ohr- cheldrüse erhielt im Verlaufe der Zeit den Namen Parotis, der ursprünglich eine Er- kung derselben bedeutete (Galen). Ueber den Speichel, den man mit den giftigen reten der Schlangen verglich, herrschten die abenteuerlichsten Anschauungen. Nach ns sollte der Speichel der einen Thierart für irgend eine andere specifisch giftig sein, h wenn er es für andere nicht ist. So sei der Speichel des Menschen für die Viper ein Gift umgekehrt. Der Speichel eines Nüchternen könne einen Skorpion tödten, während der ichel der Viper weder für andere Vipern, noch der des Menschen für andere Menschen ig sei. Man war zu analogen Behauptungen auch durch die Giftigkeit des Geifers (wie erer Körperflüssigkeiten) wuthkranker Hunde hingeführt worden. Im zweiten Decennium eres Jahrhunderts schreibt dem Speichel noch Magendie nur physikalische Wirkungen Er bezeichnet als die Veränderungen, welche die Nahrungsmittel im Munde erleiden,

drei: Veränderung der Temperatur, Vermischung mit den Flüssigkeiten,
Mund ergossen werden, mehr oder weniger starker Druck und sehr oft Theilu
mung, welche den Zusammenhang ihrer Theile zerstört. Der Nutzen der »Be
wurde darin gesucht, dass der grösste Theil der Speisen, welche der Einwirkung
unterworfen sind, sich in dem Speichel auflösen oder sich mit ihm ganz oder
vermischen, wodurch sie zum Verschlucken geeignet werden. Wegen seiner
nimmt der Speichel Luft auf. Ob diese ganze Veränderung nur den Zweck hat,
zur Magenverdauung geschickter zu machen, oder ob sie im Munde einen Anfa
milation erleiden? »Man weiss nichts Positives über diesen Gegenstand,« sagt M
dem wissenschaftlichen Stolze des Nichtwissens, der ihn zu einem der bedeuten
vorurtheilsfreisten Forscher in der Physiologie für alle Zeiten macht.

In Beziehung auf den Beginn der Assimilation oder wenigstens auf chemis
kungen durch den Speichel auf die Nahrungsstoffe wollte man doch schon Beo
gemacht haben. Man nahm nach den Versuchen von Pringle an, dass dem Spe
septische Kräfte zukämen, dass Fleisch längere Zeit dadurch vor Fäulnis
werde. Nach Anderen sollte der Speichel ein die Gährung, vorzüglich die W
beförderndes Mittel sein, da man erfahren hatte, dass afrikanische und an
Völker Wurzeln und Früchte, besonders Mais, aus dem sie berauschende Getränk
vorher kauen. Der Speichel sollte Substanzen (besonders Metalle) leicht oxydire
bold schrieb 1797 eine Monographie über den Speichel zunächst des Mensche
logischer und pathologischer Beziehung. Nach seinen und Fourcroy's Untersuch
Zusammenstellungen wurde der Speichel schon ziemlich genau in seinem chem
logischen Verhalten bekannt. Hamberger und Siebold bestimmten sein specifisch
seine Konsistenz, seine Reaktion, die man bei Gesunden für neutral hielt; sein
und Schleimgehalt; man wies Kochsalz, phosphorsaueres Natron und phosphors
nach. Sein Wasserreichthum wurde zu $^4/_5$ seiner Menge angegeben.

1780 legte Hapel de la Chenaye die erste künstliche Speichelfistel bei einem
aus der er in 24 Stunden 12 Unzen Speichel erhielt, den er chemisch untersuchte

Spalanzani (1786) und Réaumur wollten gefunden haben, dass Speisen ras
daut wurden, wenn sie vorher mit Speichel, als wenn sie mit Wasser durchtr
welche Wirkung Tiedemann und Gmelin auf den Gehalt des Speichels an kohlensau
sauerem und salzsauerem Kali und Natron beziehen wollten.

Im zweiten Decennium unseres Jahrhunderts brachten die chemischen und
schen Untersuchungen von Berzelius über den Speichel noch genauere Aufsch
Berzelius wurde die Bezeichnung »Speichelstoff« zuerst gebraucht; er sollte
thierischer Stoff sein, der den Hauptbestandtheil der organischen festen Stoffe d
ausmache. Physiologisch-chemische Wirkungen wurden diesem Salivin oder Pty
wenig zugeschrieben, dass Berzelius im Gegentheil behauptete, dass der Speiche
sich aus den Nahrungsstoffen nicht mehr als reines Wasser ausziehe. J. Müller bes
Bemerkung für das Fleisch, das er vergleichend mit Wasser und Speichel behan

Im Jahre 1831 entdeckte Leuchs die Eigenschaft des Speichels, aus Stärke
und Zucker zu bilden, was von Schwann sogleich bestätigt wurde. Man leitet
Wirkung von einem der Diastase des Malzes analogen »Ferment« her, dem man
lius'schen Namen »Speichelstoff« übertrug. Lassaigne und Magendie (1845) such
cifische Wirkung des Speichels anderen thierischen Stoffen gegenüber zu bestreit
und Bareswil verlegten die specifische Wirkung in den Mundschleim, und
glaubte (1847) die Wirkung des Speichels dadurch als eine minimale betrachten
da er sie allein in der alkalischen Reaktion des Speichels suchte (wie van Stette
sie im Magen sogleich sistiren unter der Einwirkung des saueren Magensaftes. J
beobachtete, was Donders bestätigte, dass der gemischte Mundspeichel die zuc
Eigenschaft in höherem Maasse zukäme als der einzelnen Speichelarten, da
Mundschleim an dieser Wirkung keinen Antheil nehme. Derselbe mit Frerich

konnte erweisen, dass auch schwach angesäuerter Speichel noch seine zucker-
Wirkung fortsetze, für den Fortgang des Processes im Magen wurde dieser Beweis
gens geführt. Die übrigen wichtigeren, neueren Untersuchungen sind oben erwähnt.
glaubte fälschlich, dass nur der zersetzte Speichel wirke.

rend man früher das »Speichelferment« wie alle anderen Fermente für einen Ei-
rper hielt, zweifelt man neuerdings daran (Cohnheim). Hallier wollte jüngst den
der Mundflüssigkeit die zuckerbildende Rolle zuschreiben, was von Bezold widerlegt

Entwickelungsgeschichte der Drüsen der Mundhöhle. — Nach Kölliker werden die
drüsen der Lippen, Zunge, des Gaumens erst im vierten Monat des Embryonal-
angelegt. In ihren ersten Anfängen sind sie nichts anderes als einfache solide Sprossen
eren Epithelialschichten. Nach demselben Schema scheint die Bildung der Spei-
rüsen zu beginnen, die dann nach den Untersuchungen von E. H. Weber, J. Müller,
u. A. in ganz analoger Weise verläuft, wie oben S. 153 die Bildung der Milch-
nach Langer beschrieben wurde, und zwar bis ins Einzelste. Sie treten in der zweiten
des zweiten Monats auf und schreiten in ihrer Entwickelung rasch fort, sodass sie im
Monat, abgesehen von der Grösse, schon ziemlich ausgebildet sind. Zuerst tritt die
illaris auf, dann die Sublingualis, zuletzt die Parotis. Die Tonsillen erscheinen im
Monat als einfache Spalten, die sich im Grunde zu einem Säckchen mit kleinen
höhlen erweitert. In der Wand zeigen sich im Bindegewebe der Schleimhaut zunächst
grenzte reichliche Zelleneinlagerungen. Die Abschnürung in Follikel ist durch Ent-
ung stärkerer Bindegewebszüge um Zellengruppen zu Ende des Embryonallebens
det (Kölliker). Analog ist die Bildung der Schleimbälge der Zungenwurzel.

behauptet, dass den Neugeborenen in den ersten Lebenswochen noch die
helabsonderung fehle und damit die Fähigkeit Stärke im Munde zu Zucker zu
en. Nach Bidder und Schmidt fände während der ganzen Säuglingszeit keine eigent-
Speichelbildung statt. Man hat das bei der Ernährung der Kinder zu berücksichtigen,
ie dadurch zur Mehlverdauung weniger fähig sind (S. 218).

r vergleichenden Anatomie und Physiologie. — Grössere Drüsen der Mundschleimhaut
fehlen den Amphibien und Fischen, bei denen nur zerstreute kleinere Drüsen
men. Bei den Reptilien finden sich grössere längs der Kieferränder gelagert: Lip-
rüsen. Bei den Schlangen bilden die Giftdrüsen ein mächtigeres Drüsenorgan.
Schildkröten treffen wir unter der Zunge auf ein Drüsenpaar, das man als Spei-
drüsen anspricht. Bei Vögeln und Säugethieren finden sich konstant grössere
eldrüsen vor, die zur Bildung einer Mundhöhlenflüssigkeit beitragen, und die man als
axillares, Sublinguales und Parotides bezeichnet. Letztere münden bei den Vögeln im
winkel. Die bedeutendste Entwickelung und den bedeutendsten Umfang erreichen die
eldrüsen bei den auf vegetabilische Kost angewiesenen Thieren, bei denen auch die
sie abgesonderte Flüssigkeitsmasse eine sehr viel bedeutendere ist als bei den Fleisch-
rn, bei denen die Drüsen weniger entwickelt sind. Bei den Pinnipediern sind sie noch
ger entwickelt, besonders die Parotis; sie fehlt bei Echidna; auch den Cetaceen fehlen
peicheldrüsen gänzlich. Die Schleimdrüsen entwickeln sich bei manchen Säuge-
n in einzelnen Gruppen sehr bedeutend. Bei manchen Carnivoren (Hund) findet sich
eine in der Orbita gelagerte glandula Zygomatica, auf die man bei Versuchen über
undschleim Rücksicht zu nehmen hat.

i den Carnivoren — dem Hunde — fehlt das Zuckerbildungsvermögen dem Parotiden-
hel vielleicht gänzlich; die anderen reinen und gemischten Sekrete besitzen es auch
n geringerem Grade. Hier scheint vor allem die mechanische Wirkung des Speichels
eltung zu kommen, die bei den Cetaceen durch das mit der festen Nahrung aufgenom-
Wasser ersetzt wird.

ie Drüsen der Wirbellosen, die man als Speicheldrüsen anspricht, sind von beson-
Wichtigkeit für den allgemeinen Bauplan dieser Drüsengattung. Leidig theilt die hier-

her gehörenden Bildungen in drei Gruppen. Die erste umfasst die wirklich e Drüsen, wie sie bei Hirudineen sich finden. Hier verlängert sich die Memb tionszelle unmittelbar zu dem oft sehr langen Ausführungsgang. Der Inhalt der feinkörnige Masse. Die zweite Gruppe umfasst die einzelligen Drüsen, deren bran aber geschlossen ist, sich also nicht in den Ausführungsgang f einzelne Sekretionszelle liegt für sich in einer eigenen Tunica propria mit Aus chen, das in den gemeinsamen Ausführungsgang, der Flimmerepithel zeigt, haben wir das einfachste Bild einer traubenförmigen Drüse. So bei Helix, Lim eigenthümliche Modifikation dieses Drüsentypus bildet auch die obere Spei Biene. In der dritten Gruppe treten die mehrzelligen Drüsen auf, b grössere Anzahl von Sekretionszellen in einer gemeinsamen bindegewebigen T liegt. Hierher gehören die unteren Speicheldrüsen der Biene, die Speicheldrüsen vivipara, Littorina u. a. der Pteropoden, Heteropoden, Arthropoden. Eine Art S sind auch die Spinndrüsen (Serikterien) der Raupen, in deren kolossalen Zel die nur bei Insekten (Hautdrüsen und Epidermiszellen des Darms gewisser Ra denden verzweigten Kerne auffand. Das Sekret der Spinndrüsen besteht aus ei Flüssigkeit und einer elastischen zähen Substanz, die als Faden den Kanal des Dr gerade oder geschlängelt durchläuft (Leydig). — Bei den Wirbellosen ko in einigen Fällen schon eine vollkommene Verdauung in der Mund-höhle zu Stande, wovon z. B. Leydig die Larve von Corethra plumicornis kommt das ganze, von der Larve erhaschte und in den Pharynx eingetrieben über diesen Abschnitt des Nahrungsrohres hinaus, in dem eine bestimmte fe liche Vorrichtung allen festeren Theilen den Durchgang zum Schlund verwe daher im Pharynx z. B. der verschluckte Wasserfloh so lange liegen, bis sei leibung fähigen Stoffe von ihm ausgezogen sind. Diese können in flüssiger Fo reuse passiren und gehen durch den engen Schlund, und es darf hier w Wahrscheinlichkeit angenommen werden, dass bei dieser Vorverdauung im Sekret der Speicheldrüsen, welches sich im Speichelbehälter angesammelt hat mitwirkende Rolle spielt. Das Chitinskelet des eingewürgten Thieres aber durch die Mundöffnung auswandern, wobei eine theilweise oder vollständige U Pharynx erfolgt. Bei den Schlangen nimmt das Sekret der Drüsen der Mu drüsen) eine giftige Beschaffenheit an; bei manchen Insekten, z. B. vielen H das Sekret eine reizende Wirkung auf die Wunde. Bei Insekten, bei welchen untere Speicheldrüsen unterscheidet, ist das Sekret derselben verschieden. biene z. B. scheiden die unteren Speicheldrüsen eine zähe das Licht stark bre ab, die wahrscheinlich ein Kittstoff ist, um die aus den Leibesringen schwitz stückchen zu verbinden (Leydig). Bei den Ameisen scheint auch das Sekr Speicheldrüsen zum Auskitten ihres Baus zu dienen (H. Meckel). In dem S sekret von Dolium Galea (Lam.), einer der grössten Schnecken Siciliens, wel lose, wasserhelle, stark sauer schmeckende Flüssigkeit darstellt, die in Berü lensauerem Kalk heftig Kohlensäure entwickelt, fanden Bödeker und Trosch Salzsäure und 2,6% freies Schwefelsäurehydrat; ausserdem fa 1,% schwefelsauere Salze, 1,6% Magnesia, Kali, Natron, etwas Ammoniak, K ganischer Substanz und 93,8% Wasser. Die Schnecke vermag diesen Speic Gewalt auszuspritzen und scheint sich desselben als Waffe zu bedienen.

Krankhafte Veränderungen des Speichels und Untersuchung den Arzt. — Wir haben schon erwähnt, dass gewisse in den Blutkreislauf g Jod, Brom etc. im Speichel abgeschieden werden, und zwar im Drüsenspeich Quecksilberspeichelfluss in der Flüssigkeit gefundene Quecksilber aus dem S sekrete stammt oder ob dasselbe nur ein Bestandtheil der bei diesem Proc abgestossenen Mundepithelien ist, ist noch nicht entschieden. Das Letztere i licher (Kühne), da alle Gewebe Quecksilber in sich binden, sodass man es na

in allen in grösserer oder geringerer Menge nachweisen kann (cf. Leber). Der Speichel-
fliesst bei Quecksilberkuren von dem gereizten Zustand der Mundschleimhaut ab. Auch
ohne Quecksilber kann man bei Geisteskranken eine abnorme Steigerung der Speichelse-
kretion beobachten, die zum Theil auch aus Reizungszuständen der Mundschleimhaut viel-
leicht aber auch aus Reizung der centralen Nervencentren der Speichelsekretion sich
erklärt. C. G. MITSCHERLICH beobachtete an dem Speichel der aus einer zufälligen Fistel
ductus Stenonianus bei einem Menschen abfloss, fast immere sauere Reaktion; dasselbe
...LER öfters an dem durch eingelegte Kanülen gewonnenen Parotidenspeichel eines
...ers. Im Typhus stagnirt der Speichel in der Parotis und nimmt sauere Reaktion an.
...r handelt es sich hier um eine Erkrankung der Drüse, da Säuren nicht in den Speichel
...en (KÜHNE). Bei Morbus Brightii und nach Unterbindung der Nieren fand man im
...l, auch im reinen Drüsensekret Harnstoff. Gallensubstanzen und Zucker (?) gehen
... den Speichel über. Von den Speichelsteinen war schon oben die Rede; sie
... im Ductus Stenonianus und Wartonianus vor. Sie bestehen vorzüglich aus kohlen-
... Kalk mit wenig phosphorsauerem und einer organischen Materie: Albuminate mit
... Dieselbe Zusammensetzung haben die »Zahnsteine« bei unreinlich gehaltenen Zäh-
...an erkennt das Ptyalin leicht daran, dass man den gepulverten Stein in verdünnter
...ure löst, dann die Flüssigkeiten mit Ammoniak fast vollkommen abstumpft und sie
... gekochter reiner Stärke (die man womöglich selbst aus zerriebenen Kartoffeln als
...tz gewonnen, gewaschen und an der Luft getrocknet hat) setzt. Sehr rasch tritt die
...reaktion (cf. Harn) auf. Die Stärke des Handels ist meist schon etwas zuckerhaltig.
...ries der Zähne soll von sauerem Speichel oder Mundschleim erzeugt werden, die
... Reaktion durch Gährungen in der Mundhöhle.

...der Mundhöhlenflüssigkeit, im Zahnbeleg, Zungenbeleg, finden sich normal ungemeine
... niederer Pilzgebilde: Leptothrixgebilde (HALLIER), kleinste Stäbchen und
...n. Sie kommen in allen stagnirenden und faulenden animalen Substanzen in grösster
...vor, im Magen, im Darm, Exkrementen werden sie niemals vermisst. Es sind
...n, die man vorzüglich bei Wundbrand, Diphtherie etc. findet. Ihre Bedeutung
...eine nur geringe zu sein (Abbildung bei Harn). Sauere Mundflüssigkeit, wie sie bei
...gen durch Unreinlichkeit so rasch auftritt, unterstützt die Entwickelung des Soor-
... im Munde. Ueber die sauere Reaktion der Mundflüssigkeit gibt Lakmuspapier
...ss.

Siebentes Kapitel.

Der Verdauungsvorgang im Magen.

Schlund- und Speiseröhre.

Die Verdauung hat schon an einem der wichtigsten Nahrungsbesta begonnen, wenn der Bissen aus der Mundhöhle dem Schlunde und d Speiseröhre dem Magen übergeben wird.

Schlund und Speiseröhre lassen bei dem Menschen keine verdauen wirkung auf die Nahrung erkennen.

Die Kontraktionen der quergestreiften meist noch von Knochen ents den Muskeln des Schlundes dienen dem Schluckakte.

Die Schleimhaut des unteren Theiles des Schlundkopfes besitzt Platt und, wenn auch sparsam und wenig entwickelt, Papillen. Der obere A des Schlundes — der respiratorische — besitzt Flimmerepithel wie die tionsorgane und hat mit der Beförderung des Bissens Nichts zu schaffen.

Der Schlund besitzt in seiner Schleimhaut traubenförmige kleine Schl sen und Balgdrüsen, die in ihrem Baue denen in den Mandeln ganz ent

An der Speiseröhre tritt der volle Darmcharakter mehr und mehr Nur in ihrem oberen Abschnitt zeigt sich die Muskelhaut noch quergest in einzelne Muskeln individualisirt. Je mehr sie sich dem Magen nähert mehr mischen sich glatte Fasern ein, aus denen am Ende wohl die ganze haut der Speiseröhre besteht.

Die Schleimhaut der Speiseröhre zeigt wie die des Schlundes noch und ein ziemlich festes Pflasterepithelium. Von Drüsen finden sich gleic schon oft genannten traubenförmigen Schleimdrüschen.

Zur vergleichenden Anatomie und Physiologie. — Der Schlund und Speiseröhre eng bei Thieren, die ihre Nahrung in sehr zerkleinertem Zustande geniessen Nagethiere und Krautfresser, während die eigentlichen Raubthiere eine weite S besitzen. Sehr weit sind sie auch bei Haifischen und Schlangen. Bei letztere Wandungen aber so dünn, dass man daran denkt, es könnten auch die Muskeln ren Körperwandung, in soweit sie die Speiseröhre umgeben, durch Zusammenzi Schluckakt unterstützen. Bei Coluber scaber durchdringen mit Email bekleidet der Wirbel die Wand des Oesophagus zahnartig in einer Reihe. — Bei den Vög häufig eine Erweiterung der Speiseröhre, der Kropf vor, der auch eine blin Erweiterung darstellen kann, in welcher die Schleimhaut charakteristische Mo

üsenapparates zeigt. Am meisten findet er sich bei fleisch- und körnerfressenden . In dem Kropfe werden die Speisen aufgehäuft und sie quellen in ihm an, besonörner. Bei den Tauben sondert in der Brütezeit der Kopf eine breiige, milchige Masse zur Ernährung der Jungen verwendet wird.

Der Magen, die Magenschleimhaut.

n hat früher den Magen als das Centralorgan her Verdauung betrachtet. ahr ist an der Ansicht, dass die Speisen in ihm eine längere Zeit verweilen ss dort ein Theil des in der Nahrung aufgenommenen Eiweisses in den l übergeführt wird, in welchem es zu einem Bestandtheile der Säfte des mus werden kann.

enn die Speisen den Magen verlassen, so sind sie zu einem Brei, Chymus delt, welcher sich zwar chemisch noch nicht sehr bedeutend von der Zusetzung der genossenen Nahrungsmittel verschieden zeigt, in physikaliezichung aber veränderte Verhältnisse erkennen lässt.

e verdauende Fähigkeit des Magens beruht wie die der Mundhöhle auf pecifischen Flüssigkeit, dem Magensaft, welcher auf die Oberfläche der chleimhaut von den Magendrüsen ergossen wird.

e Schleimhaut des Magens (Kölliker) besteht fast allein aus den nsaftdrüsen. Sie ist weich und locker; bei leerem Magen blauröthlich, nd der Verdauung lebhaft roth gefärbt, da dann alle Blutgefässe wie bei bgesonderten Drüsen, z. B. bei den Speicheldrüsen, erweitert und stärker sind. Kleine Längsfältchen, welche die Schleimhaut des nüchternen, leeren s erkennen lässt, verstreichen, wenn der Magen sich füllt. Im Pylorustheil n die Labdrüsenmündungen finden sich kleine netzförmig verbundene Fältnd freie Zöttchen. In der Nähe des Pylorus ist die Schleimhaut am dicksten —1‴ am dünnsten ist sie in der Nähe des Magenmundes, wo sie oft nur cke von $^1/_4$‴ zeigt.

e Oberfläche des Mage[illegible] ist mit einem Cylinderepithel bedeckt, das den Anfang der Drüsenmündungen fortsetzt.

Es finden sich im Magen zweierlei Arten von Drüsen: Magensaft- oder rüsen und die Magenschleimdrüsen. Für den chemischen Akt der ung hielt man bisher nur die ersteren von Wichtigkeit. Die Magenimdrüsen finden sich am Pylorustheile des Magens, der während der ung blass bleibt. Die Form dieser Drüsen unterscheidet sich von den bissprochenen Schleimdrüsen, sie sind zusammengesetzt schlauchförmig. In nere dieser Schläuche setzt sich Cylinderepithel fort bis in die cylindrisch ten Endschläuche (Fig. 65. *A*).

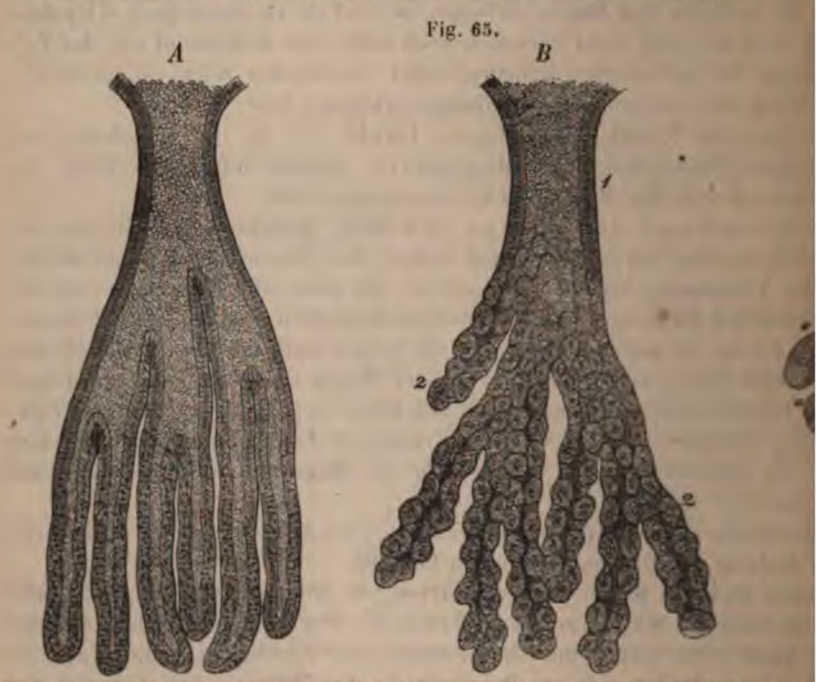
onders sah am Pylorus ächte traubenförmige Drüsen, welche auch sonst im gen zerstreut vorkommen (Frey).

as meist alkalische Sekret der Magenschleimdrüsen überzieht im nüchternen nde die innere Magenoberfläche, besonders dick am Pylorustheile. Es been sich an der Schleimproduktien auch die Cylinderepithelien der Magenäche. Ob sie ihr Sekret austreten lassen, oder ob sie bei der Sekretion ganz rt werden, ist nicht mit Bestimmtheit erkannt. Die letztere Annahme, gegen e auch die neueren Beobachtungen an anderen secernirenden Zellen, z. B. in

den Milch- und Speicheldrüsen sprechen, macht, da die Epithellage nur fache ist, Schwierigkeiten, wenn man nicht mit Kölliker die Möglich Quertheilung der Cylinderzellen annehmen will, worauf vielleicht ein vorkommender zweiter Kern in einer Zelle hindeutet. F. E. Schulze fan zwischen den unteren, verschmälerten Enden der Cylinderzellen kleine Zellen, von denen der Ersatz vielleicht ausgehen könnte, was durch ihre nung »Ersatzzellen« angedeutet werden soll.

Die Magensaftdrüsen sind wie die Magenschleimdrüsen schla gebaut, doch zeigen sie sich nur manchmal in solcher Weise verästelt, bei letzteren als Regel erkennen (Fig. 65.). Eine dicht neben der ande durchsetzen sie die ganze Schleimhautdicke bis zur Muskellage, sind a der Dickenausdehnung der Schleimhaut von verschiedener Länge.

Fig. 65.



Zusammengesetzte Drüsen aus dem menschlichen Magen, 100mal vergr. *A.* Magenschleimdrüse vom *B.* Magensaftdrüse von der Cardia. 1. Gemeinschaftliche Ausmündungshöhle (stomach cell Todd-Bo einfachen Schläuche bei *A* mit Cylindern, bei *B* mit Labzellen. *C.* Einzelne Labzellen, 350mal vergr. *b.* kleinere.

Wenn der Schleim von der Magenoberfläche entfernt wird, so zeig ihr kleine, runde, mit der Loupe erkennbare Grübchen, die mit Cylin tapezirt sind. In jedes solche Magengrübchen mündet eine Anzahl drüsen. Gegen ihr Ende zu zeigen letztere ziemlich häufig rundliche tungen, selten theilt sich das Ende in zwei kurze Endschläuche, gew es etwas wellenförmig gebogen. Heidenhain nennt das Magengrübchen ausgang, den oberen meist engeren Theil der Drüse: Drüsenhals, erweiterte Drüsenpartie nennt er: Drüsenkörper. Analog sind die Beze Rollett's.

lagendrüse wird von der Umgebung durch eine zarte strukturlose mbrana propria abgetrennt; in dem Schlauche derselben finden , rundliche oder vieleckige, kernhaltige Zellen, meist mit körnigem e Labzellen, delomorphe Zellen (ROLLETT) oder Belagzellen). Ausser diesen grösseren nicht kontinuirlich das Lumen des Drü- auskleidenden Zellen, besitzen die Labdrüsen noch eine viel grössere nerer Zellen, die das eigentliche kontinuirliche Drüsenepithel darstel- adelomorphe Zellen (ROLLETT), Hauptzellen (HEIDENHAIN). Sie auch die Belagzellen im Drüsenkörper, sodass diese nicht direkt das ses Drüsenabschnittes berühren. Im Drüsenhals finden sich fast nur im Drüseneingang Cylinderzellen.

em schmalen Streifen um die Cardia finden sich regelmässig jene nten schlauchförmig verästelten Labdrüsen. Es münden dann meh- h schlauchförmige Drüsen in einen weiteren, in Cylinderepithel über- dgang.

die Untersuchungen von W. EBSTEIN, HEIDENHAIN u. A. soll in neuester terschied, den man zwischen Magenschleimdrüsen und Magendrüsen hte, in einigen Beziehungen modificirt werden. Es scheint vielleicht eine scharfe Trennung in den Funktionen beider zu existiren. Die Lab- und Schleimdrüsen enthalten beide Mucin und Eiweissstoffe, sie EBSTEIN beide Pepsin. Jedenfalls ist ildung in den Labdrüsen eine weit leb- in den Schleimdrüsen.

rüsen stehen in der Magenschleimhaut eben einander, dass für Bindegewebe m mehr übrig bleibt (Fig. 66.). Am ten findet es sich an dem Grunde der ntermischt mit zahlreichen glatten sern, die dort eine Art selbständige skellage der Schleimhaut (KÖL- ilden und sich kreuzend zwischen die reinziehen, deren Entleerung sie un- besorgen.

rdem steigen zwischen den Drüsen zahl- sse auf, die, sich quer verbindend, ein Netz um die Schläuche herumspinnen. n werden schon zu sehr zarten Stämm- sie die Schleimhaut erreichen, zwischen n spalten sie sich zu Kapillaren. Alle ndungen sind mit Blutgefässringen um- e sich untereinander vereinigend von hen als ein regelmässiges Maschennetz . Die aus diesem Netze entspringenden stets ziemlich weit, und durchlaufen Verzweigung die Schleimhaut.

Fig. 66.



Senkrechter Schnitt durch die Häute des Schweinemagens, vom Pylorus, Vergr. 30. *a.* Drüsen, *b.* Muskellage der Mucosa, *c.* submuköses Gewebe (Tunica nervea) mit durchschnittenen Gefässen, *d.* Quermuskellage, *e.* Längsmuskelschichte, *f.* Serosa.

den Magensaftdrüsen findet sich ein Netz von feinen Lymphgefässen, s liegt in der Submucosa, das man bei Thieren und Menschen, welche

in der Verdauung starben, mit Lymphe gefüllt sehen kann. Aus ihm sich die grösseren Stämmchen, welche schliesslich die Muskelschicht Gegend der Kurvaturen durchsetzen. Von Lymphdrüsen finden sich ge sene Follikel, sogenannte linsenförmige Drüsen in unbestim ringer Anzahl.

Nerveneinfluss auf die Magensekretion.

Zu den wichtigsten anatomischen Bestandtheilen des Magens sind di zu rechnen. Es ist jedoch noch wenig gelungen, ihr Verhalten in de schleimhaut zu den Absonderungszellen zu erkennen. Sie stammen vo und Sympathicus und führen in ihrem Verlaufe zahlreiche, kleine (Remak, Meissner, Billroth).

Ebenfalls wenig ist über die Wirkungen der sekretorischen Nerv telt. Man kennt noch nicht mit Sicherheit die Bahnen, auf denen der Er zustand den Magendrüsen zugeleitet wird.

Der Erregungszustand des Magens geht aber, wie sich trotz dieser nissbehaupten lässt, stets von nervösen Einflüssen aus. Wie alle Dr secerniren auch die Magendrüsen nur auf nachweisbare Reizung. Es sch die sensiblen, chemischen Reizungen der Magenschleimhaut hervorgebra verschluckte Stoffe, vor allem durch Gewürze, oder durch mechanisches der blossliegenden Magenschleimhaut mit einer Federfahne oder einem G wie dieses bei Magenfisteln leicht ausführbar ist, auf sekretorische Fase Reflexe in Ganglienzellen, vielleicht in der Magenschleimhaut selbst übertragen werden. Verschluckter Speichel reicht schon hin, die Magen in hohem Maasse anzuregen, und gewiss liegt in dieser die Magenthätig regenden Eigenschaft eine zweite Hauptaufgabe der Speichel tion, welche an Wichtigkeit der Stärkeverdauung wenig nachgiebt. D tion ist unabhängig davon, ob die zum Magen tretenden Nerven, z. B. d durchschnitten sind oder nicht.

Das Sekret des Magens.

Im nüchternen Magen findet sich eine schleimige, sehr schwach saue oder selbst alkalisch reagirende Flüssigkeit. Dieser Magenschlei ausser dem strukturlosen Schleime eine grosse Anzahl halbzerfallener zellen von dem Epithele des Magens und der Schleimdrüsen.

Wenn die Magenschleimhaut irgendwie sensibel gereizt wird, trit eine stark sauere Reaktion der Magenflüssigkeit auf. Bei mechanische einer vorher trockenen Schleimhautstelle durch eine Fistel z. B. sieht m in kleinen Tröpfchen, die sich dann zu grösseren Tropfen vereinigen, de saft aus den Drüsenöffnungen hervortreten.

In neuester Zeit ist die Veränderung der Magendrüsen ihre Sekretionsthätigkeit Gegenstand eingehender Untersuchung F. E. Schulze fand in den Magenschleimdrüsen offene Cylinderzellen zellen«. Man glaubt (W. Ebstein) dass bei der Sekretion der Drüsenze selben bersten und ihren schleimigen Inhalt abgeben. Im Hungerzustan

sma der Labzellen nur leicht granulirt (HEIDENHAIN), während die reich-kleineren Drüsenzellen des Drüsenkörpers (Hauptzellen) dunkelkörnig nen. Bei verdauendem Magen erscheinen zuerst die Labdrüsen besonders end in dem Breitendurchmesser vergrössert. Die Hauptzellen erscheinen tlich geschwellt und durch feinkörnige Masse getrübt. Diese Zellen färben n mit Karmin, was sie im ruhenden Zustande der Drüse nicht thun, und ch meinen Beobachtungen über die Ursache der Färbung mit Karmin nur er chemischen Veränderung des Zelleninhaltes und zwar auf dem Eintreten auren Reaktion beruhen kann. Die Labzellen, welche sich auch in der en Drüse färben, sonach auch dort Säure enthalten und einen regen Stoff-l besitzen müssen, sind in der arbeitenden Drüse ebenfalls stark ver-t. Abgestossene Zellen oder Theilungen, welche auf eine Neuproduktion llen zu deuten wären, wurden nicht beobachtet. In den späteren Ver-gsstunden schwellen Drüsen und Drüsenzellen wieder ab, die Hauptzellen nern sich sehr, behalten aber noch ihre Tinktionsfähigkeit bei (HEIDEN-Die Ausscheidung lässt also auch hier den oben bei den Speicheldrüsen tisch dargestellten Vorgang bei der Drüsensekretion annehmen. Durch die wirkung werden zunächst chemische Umgestaltungen (Säurebildung) im asma der Drüsenzelle erzeugt. Diese kann nun Flüssigkeiten in sich und nspülenden Parenchymsäften aufnehmen, sie schwillt an, durch »Kon-n« des Protoplasmas wird die aufgenommene Flüssigkeit mit der »Ladung« üsenzelle, d. h. mit dem specifischen Sekret derselben ausgepresst (cf. oben 9). Offenbar sind kleine und grosse Zellen der Labdrüsen gemeinschaftlich e Bildung des Sekrets beschäftigt, ob sie verschiedene Aufgaben haben, ist fraglich. HEIDENHAIN glaubt annehmen zu dürfen, dass das Pepsin in den zellen entstehe, jedenfalls entsteht auch in den Labzellen Säure.

einer Magensaft kann aus Magenfisteln gewonnen werden. Einige Male sind solche bei Menschen von sonst vollkommener Gesundheit beobach-rden, sodass man eine normale Funktionirung der Magenschleimhaut setzen konnte. Bei Thieren gelingt es leicht ohne weitere Störungen der rfunktionen Magenfisteln künstlich anzulegen und durch eingeheilte, mit n Kork verschliessbare Röhren offen zu erhalten.

Durch mechanische Reizung der Schleimhaut während des Hungers kann man solchen Fisteln Magensaft gewinnen, der nur mit etwas Magenschleim viel-t auch mit mehr oder weniger Speichel vermischt ist. Um letzteren ab-lten muss die Speiseröhre während der Magensaftgewinnung verschlossen len, was selbstverständlich nur bei Thieren ausführbar ist.

Der so gewonnene Magensaft zeigt bei allen Thieren und bei dem Menschen auffallende Uebereinstimmung. Stets ist er wenig koncentrirt, sodass sein fisches Gewicht von dem des Wassers sich kaum unterscheidet. Er hat einen kteristischen »saueren«, faden Geruch und Geschmack. Die Säure des Magen-s röthet blaues Lackmuspapier nachhaltig, sodass sie also keine flüchtige sein . Die sauere Beschaffenheit rührt von freier Salzsäure her wie PROUT und sichersten C. SCHMIDT nachgewiesen haben. Doch ist die Menge der freien e gering, immerhin lässt sich aber zeigen, dass sie manche nur in Säuren che Körper z. B. kohlensaueren Kalk auflöst und aus ihm Kohlensäure ent-elt.

Die Menge der im Magensafte enthaltenen freien Salzsäure ist sehr
den. Die Untersuchungen des menschlichen Magensaftes (Schmidt) ergab
Speichel und Wasser etwas verdünntem Safte nur 0,02%; beim Hun
sich mehr: 0,3%, beim Schafe: 0,12%.

Im reinen Safte scheint die sauere Reaktion nur auf der Anwese
Salzsäure zu beruhen. Während der Verdauung bilden sich aber du
setzung der Speisen im Magen auch noch andre Säuren organischer Zu
setzung: Milchsäure, Buttersäure, Essigsäure, die sich dann ebenfal
Hervorbringung der saueren Eigenschaft des Saftes betheiligen.

Ausser der genannten Säure enthält der Magensaft das Pepsin
das Magenferment, auf dessen Vorhandensein die Wirkungsfähigkeit d
beruht. Seine Einwirkung erstreckt sich einzig auf die Eiweissstoffe
gebenden Gewebe, die im Magen in Modifikationen, Peptone übergeführ
in denen sie der Aufsaugung durch Magen- und Darmschleimhaut u
können.

Man ist im Stande dieses wirksame Princip des Magensaftes aus d
schleimhaut frisch geschlachteter Thiere darzustellen, sodass es noch sein
verdauenden Wirkungen besitzt und diese auch ausserhalb des lebende
bei der Temperatur desselben entfaltet. Jede mit Salzsäure schwach an
Flüssigkeit, die auch nur eine geringe Menge des Pepsins enthält,
Fähigkeit: man prüft auf die Anwesenheit des Pepsins dadurch, dass
Flocke reinen Blutfibrins in die Probeflüssigkeit bringt; bei einer Tempe
20—35°C. wird sich dieselbe, wenn der gesuchte Stoff vorhanden ist, na
Zeit nach vorläufigem Aufquellen zu einer opalescirenden Flüssigkeit gel
Pepsinprobe Brücke's. Auf analoge Weise kann man auch die Menge
sins in einer Flüssigkeit schätzen.

Geringe Mengen von Pepsin finden sich, wie es scheint, auch in den Drüse
Magenschleimdrüsen; doch ist, wie viele Versuche ergeben, die verdauende
eigentlichen Magenschleims nur eine geringe und schwankende. Man hat d
schleim«, dessen relative Unwirksamkeit seit Wasmann, dem Entdecker des
allen Experimentatoren bestätigt wurde, keine verdauenden Wirkungen zu
Nach den Versuchen Heidenhain's mit Ebstein scheint diese Annahme modificirt
müssen. Doch muss daran erinnert werden, dass man, vielleicht weil der M
Darm wieder aufgesaugt wird, in verschiedenen Körperflüssigkeiten Pepsin in ger
findet, z. B. im Parenchymsaft der Muskeln, im Harne (Brücke).

Physiologische Wirkung des Pepsins.

Man kann sich aus einem schwach angesäuerten Wasserextrakte der Magen
einen »künstlichen Magensaft« herstellen und mit demselben bei der oben
Temperatur die Wirkungen der Magenverdauung im Brutraume ausserhalb des
vollkommen nachahmen.

Die Wirkung des Magensaftes auf die Eiweisskörper besteht darin, dass er
weisskörpern die sogenannten Peptone bildet, welche sich in physikalische
bedeutend, dagegen gar nicht durch ihre elementare Zusammensetzung von d
stoffen unterscheiden, aus denen sie entstanden sind. Nach Thiry's Analysen ist
mensetzung des Eiweisses und des daraus durch anhaltendes Kochen gebildeten

	Eiweiss:	Pepton:
C	51,37	51,37
H	7,13	7,25
N	16,00	16,18
S	2,12	2,12
O	23,38	23,11

Einwirkung des Pepsins erfordert die Anwesenheit einer freien Säure, welche aus uminaten die in Säuren lösliche Modifikation Parapepton oder Syntonin = Acidalbudet. Weder Pepsin allein noch Salzsäure allein sind im Stande, die Veränderungen zubringen, auf denen die Verdauung beruht.

Säure gegenüber verhalten sich die verschiedenen Eiweissstoffe etwas verschieden, ers in Beziehung auf die Zeit, welche sie zur Lösung erfordern. Blutfibrin quillt in alzsäure zuerst auf, um sich dann sehr langsam zu lösen, während die Eiweissstoffe skels von derselben Säure sehr leicht aufgelöst werden. Die Eiweissstoffe sind dann nin geworden, welches zwar in verdünnten Säuren, nicht aber in Wasser löslich utralisirt man die Säure mit einem Alkali, so fällt der gelöste Eiweissstoff gallertig

er der Einwirkung des Magensaftes entsteht zuerst aus allen Eiweissstoffen eine dem n in dieser Eigenschaft vollkommen analoge Lösung. Auch die in Wasser gelöst aufenen Eiweissstoffe, wie rohes Hühnereiweiss werden zuerst in die diesen syntoninen Stoff übergeführt. Bei dem Casein der Milch tritt anfänglich im Magen durch eine dem reinen Pepsin noch der Salzsäure allein zukommende Wirkung eine Gerinnung e bei der Käsebereitung verwerthet wird, bei der mit einem Stückchen getrocknetem Labmagen das Caseïn gefällt zu werden pflegt. Im Magen unterliegt erst das geronasein der verdauenden Wirkung.

der Säurewirkung bleibt die Verdauung der Eiweisskörper im Magen nicht stehen; den aus den Albuminaten leicht diffundirbare Modifikationen, Peptone gebildet. entstehen, nachdem der Magensaft längere Zeit eingewirkt hat. Mit der Veränderung physikalischen Eigenschaften haben die Eiweisskörper als Peptone auch eine Reihe nst charakteristischen, chemischen Erkennungszeichen verloren.

tz dieser Veränderung, die sie erlitten haben, erscheinen die Peptone noch als vollne Eiweisskörper. Cf. Kap. II. S. 61.

dem Magensafte wird auch das leimgebende Gewebe gelöst zunächst unter Bilon Leim, der dann in Leimpepton übergeht, das eine nicht mehr gelatinirende Lösung

scheint, dass bei dieser letztgenannten Lösung vor allem die Säure des Magensaftes m wird, von der wir wissen, dass sie allein für sich die thierischen Gewebe: Knochen, el, Sehnen etc. zu Knochen- oder Knorpelleim auflöst. Unter Mitwirkung des Pepsins t jedoch die Auflösung rascher zu verlaufen als ohne dasselbe. Der Leim verliert in Säure endlich seine Fähigkeit zu gelatiniren; auch diese Umwandlung seiner Eigenen scheint im Magensafte unter Mitwirkung des Pepsins rascher zu verlaufen.

sich die Wirkungsweise des Pepsins auf die Albuminate verständlicher zu machen, n es mit den Fermenten verglichen, deren eigenthümliche Wirkung darin besteht, ine bestimmte Menge derselben eine Umwandlung in einer unbegrenzt grossen Menge ngsfähigen Stoffes hervorzubringen vermag. Bei der historischen Betrachtung wird die cirte Hypothese C. Schmidt's Erwähnung finden. Sehr beachtenswerth ist die Beobg von Gorup-Besanez, dass die Albuminate durch Ozon in peptonähnliche Körper ndelt werden, da auch andere Beobachtungen darauf hinzudeuten scheinen, dass wir rmente als Ozonträger zu betrachten haben. Nach dieser Richtung ist auch die Beobg Meissner's verständlich, der bei Fäulniss peptonähnliche Substanzen entstehen sah. n hat früher die Menge von Eiweiss zu bestimmen versucht, welche durch eine bete Menge von Pepsin gelöst werden könnte. Die Resultate waren sehr wenig überein-

stimmend. Es zeigt sich nun bei den künstlichen Verdauungsversuchen, dass n
gewisse Menge von Eiweissstoffen von der Verdauungsflüssigkeit gelöst wurde,
fähigkeit verschwindet; neu zugesetzte Mengen werden nicht mehr verändert.
der Verdauung kehrt dem Gemische aber sogleich zurück, wenn man einen we
von Wasser resp. verdünnter Salzsäure macht. Wenn auch in dieser verdünnt
die Peptonbildung aufhört, so kann sie wieder durch Verdünnung der Lösung
fen werden. Das Pepsin wird also bei der Verdauung nicht zerstört. Die ge
centration der Lösung an Peptonen hindert die Verdauung, ähnlich wie a
rungen durch das entstandene Gährungsprodukt (Alkohol, Milchsäure etc.)
unterbrochen wird.

Selbstverständlich wird durch die Verdünnung die Wirksamkeit des Pepsins
würden wir, wie dieses im lebenden Magen der Fall ist, durch Diffusion d
leicht durch Membranen hindurch tretenden Peptone sogleich von den noch zu
Eiweisskörpern trennen, so könnte die Pepsinwirkung vielleicht unbegrenzt
derselben stets mit gleichbleibender Geschwindigkeit auflösen.

Dieselben Stoffe und Einwirkungen, welche die übrigen Fermentwirkun
oder zerstören, haben den gleichen Erfolg auch für das Pepsin.

Koncentrirte Säuren, Metallsalze, starker Alkohol, Kochen heben die Wirk
des Pepsins auf, ebenso Alkalien.

Sind die zugesetzten Säuren jedoch nicht zu sehr koncentrirt, so lässt sich
wirkung durch theilweise Neutralisation wieder herstellen, ebenso bei Alkalien.

Hoppe-Seyler und Severy behaupten, dass manche Gährungen und F
Magensaft verhindert werden, wie das schon von den alten Physiologen gelehrt

Das Pepsin wird in dem Drüsenkörper gebildet. Die zu seiner Thätigkeit
Säure tritt erst an der Oberfläche des Magens auf. Im Grunde reagirt der Inh
drüsen alkalisch; das Pepsin kann also dort nicht zur Wirksamkeit kommen.
auch dafür zu sprechen, dass die Labzellen, die grossen »Belagzellen« Heiden
Drüsenhals überwiegen, die Säure liefern.

Entstehung der Säure des Magensaftes.

Ueber den Ursprung der beiden wirksamen Stoffe: Pepsin und Salzsäure im
man nichts Sicheres.

Mulder hat nachgewiesen, dass im Seewasser unter der Einwirkung orga
aus den Verbindungen der Erdalkalien mit Chlor besonders aus Chlorcalcium
magnesium freie Salzsäure entstehen kann. In dieser Hinsicht wird der Asch
Magensaftes wichtig. Wir finden in ihm in reichlicher Menge Chlorverbindunge
und alkalischen Erden.

Da vom Hunde ganz reiner Magensaft von C. Schmidt untersucht wurde,
von Menschen gewonnene Saft nie speichelfrei sein kann, so mag folgende An
Beispiel der Stoffmischung des Magensekretes gelten:

Speichelfreier Magensaft des Hundes
(Mittel aus 10 Analysen)

	in 1000 Theilen
Wasser	973,062
fester Rückstand	26,938
Pepsin und Pepton	17,127
freie Salzsäure	3,050
Chlorkalium	1,125
Chlornatrium	2,507
Chlorcalcium	0,624

Chlorammonium	0,468
Phosphorsauerer Kalk . . .	1,729
Phosphorsauere Magnesia .	0,226
Phosphorsaueres Eisen . .	0,082

chemischen Analysen des Magensaftes des Menschen geben, abgesehen von der Ver-
g und Speichelverunreinigung ein ganz analoges Resultat. Nach SCHMIDT findet sich
in Chlorammonium.

Beobachtung MULDER's macht es möglich, eine chemische Hypothese der Entstehung
ure aufzustellen, ohne dass wir auf das dunkle Gebiet elektrolytischer Vorgänge rekur-
nüssten, an die man seit alter Zeit hier vielfältig gedacht hat, ohne dass man im Stande
n wäre, einen Beweis für ihr Wirksamwerden beizubringen.

Ueber Selbstverdauung des Magens.

n hat oftmals die Frage aufgeworfen, warum sich der Magen während des Lebens
selbst verdaue.

Frage muss nach den neueren Erfahrungen ganz anders gestellt werden.

wie das Leben und mit ihm die Blutcirkulation erloschen ist, sehen wir, wenn eine
derung von Magensaft noch vor dem Tode statthatte, den Magen in lebhafter Selbst-
ung begriffen. Es wird dann die ganze Dicke der Schleimhaut, ja alle Magenhäute
. der Magen wird brüchig und gibt ein Sektionsbild, das besonders bei Kindern, bei
der Magen öfter noch als bei Erwachsenen in den letzten Lebensmomenten verdaut,
stellung der Krankheit der akuten Magenerweichung geführt hat.

er auch während des Lebens findet, soweit die Bedingungen dazu gegeben sind, eine
hrende Selbstverdauung statt.

nur die Magenoberfläche sauer reagirt, so kann im Drüsengrunde keine Selbstver-
g eintreten, das dort vorhandene Pepsin kommt nicht in Aktion. Hingegen wird das
el der Magenoberfläche in geringem Grade selbst gelöst. Nicht nur die zahlreichen
rudimente im Magensafte, sondern auch die stets in ihm vorhandenen Peptone, welche
us Selbstverdauung hervorgegangen sein können, sprechen hierfür beweisend. Der
, warum die Selbstverdauung im Leben in so enge Grenzen eingeschlossen ist, liegt
beständigen Neutralisation der zur Verdauung nöthigen Säure durch die alkalischen
sflüssigkeiten, vor allem durch das Blut. Sowie der Nachschub des letzteren aufhört,
t die Selbstverdauung in gesteigertem Maasse. PAVY hat einzelne Arterien des Magens
unden. An den Stellen, welche in Folge der Operation nicht mehr vor der Magen-
rkung geschützt waren, trat akute Magenerweichung (durchbrechende Magenge-
ure) ein.

Hülfsvorgänge der Magenverdauung. Chymus.

i der Verdauung im lebenden Magen kommen ausser denen, die bisher
chen worden, noch einige unterstützende Momente in Betracht.

r allem die beständige Bewegung, in welcher die in den Magen hinab-
ckten Speisen durch die regelmässigen Kontraktionen der Magenwände
n werden, welche sie an immer neuen Schleimhautstellen vorüberführt
rch mechanische Reizung Gelegenheit zur reichlichen Absonderung des
giebt, wirkt äusserst förderlich. Wir können bei künstlichen Verdauungs-
hen mit künstlichem Magensaft in Gläsern im Brutraume durch oftmaliges
ln der Verdauungsmischung die Lösung der Eiweisssubstanzen sehr be-
. In der Umgebung der Eiweissstückchen ist, so lange die Mischung ruhig

steht, natürlich die Koncentration der Flüssigkeit an schon entstanden
am grössten, der Verdauungsvorgang wird dadurch, wie wir gesehen ha
einträchtigt. Nach gleichmässiger Mischung geht dann die Einwirkung d
wieder rascher vor sich. Die Bewegung des Verdauungsgemisches im
Magen hat danach den gleichen Effekt, wenigstens bis zu einem gewiss
wie die im Magen schon stattfindende Resorption der Peptone, welche
rende Anhäufung derselben hindert.

Auch die Anwesenheit des mit der Nahrung verschluckten Speichels
weittragende Bedeutung.

Einestheils sehen wir seine Funktion in einer starken Anregung d
derung der Magenschleimhaut bestehen, anderentheils geht auch seine Ei
auf das Stärkemehl im Magen fort; es findet auch im Magen eine fort
Bildung von Zucker statt, da die sauere Reaktion des Saftes bei dem
wohl nur in den seltensten Fällen so stark werden kann, um die Wi
Speichelfermentes: des Ptyalin's gänzlich aufzuheben.

Im Magen wird Rohrzucker in Traubenzucker übergeführt; man
(Hoppe-Seyler), dass hier vor allem der Magenschleim wirksam wird.

Ausserdem werden lösliche, im Speichel noch nicht gelöste Stoffe,
Salze, im Magensaft in Lösung übergeführt. Die freie Säure vermag a
zu lösen, z. B. kohlensauere und phosphorsauere Erden, die in Wasser a
löslich sind. Für die einfache Lösung kommt die abgesonderte Magen
vor allem in Betracht. Man darf sich dieselbe nicht zu klein vorstellen.
Berechnungen von Bidder und Schmidt und v. Grünewaldt beträgt die in
den möglicherweise abgesonderte Menge 16—30 Pfund (?). Es ist k
diese Zahlen für den Einzelfall keine Geltung haben, doch geben sie
ein Bild im Allgemeinen, worauf es uns hier vor Allem ankommt.

Wenn die Speisen aus dem Munde in den Magen hinabkommen,
mehr oder weniger zerkleinert, gemischt, mit Speichel durchtränkt und
führung der genossenen Stärke in Dextrin und Zucker hat schon begon
Reaktion der Masse ist durch den Speichel in den meisten Fällen alkalis

Im Magen wird die Reaktion der Speisemasse in eine sauere umg
der in so grossen Mengen abgesonderte Magensaft verdünnt die Misc
bildet aus ihr den Speisebrei oder Chymus. Durch die Einwirkung
verflüssigen sich die Eiweissstoffe; das Bindegewebe, viele Hüllen der
Zellen etc. lösen sich. Das Fett wird von der Einwirkung des Magens
betroffen.

Der Chymus enthält von den aufgenommenen Eiweissstoffen einen
ganz unverändert; ein anderer grosser Theil ist in die in verdünnten S
liche Modifikation (Syntonin, Paralbumin) übergeführt. Bei einem dri
ist die Veränderung schon bis zur Bildung des eigentlichen Peptons fortg
Von ihm finden sich in dem Chymus stets nur sehr geringe Mengen
wohl schon im Magen grösstentheils resorbirt wird. Dasselbe gilt von de
der sich aus der aufgenommenen Stärke bildet. Auch von letzterer ge
noch unverdaut aus dem Magen in den Darm über.

Die Untersuchungen von M. Schiff haben für die Wirkung des Stärkem
Chymus einen neuen Gesichtspunkt eröffnet. Es zeigt sich, dass das aus dem
neben dem Zucker bei der Verdauung entstehende Dextrin für die Geschwi

r Magenverdauung von Bedeutung ist. SCHIFF behauptet, dass unter der Ein- Dextrins im Magen oder Blute sich die Schleimhaut des Magens mit Pepsin Versuche, auf welche SCHIFF seine Ansicht stützt, beweisen, wie es scheint, t, dass wirklich die Magenverdauung bei Anwesenheit des Dextrins energischer scheint aber vor allem die Säurebildung nicht die Pepsinbildung zu sein, welche Dextrin befördert wird. Vielleicht wird das Dextrin selbst in Milchsäure um ie wir ja auch sonst oft an dem Verdauungsvorgang betheiligt sehen.

Magengase.

r den Verdauungsvorgang im Magen wichtige Rolle spielt im Chymus Speichel in reicher Menge verschluckte Luft. LIEBIG hat zuerst darauf gemacht, dass sie nicht ohne Wirkung bleiben könne bei den im ch gehenden chemischen Umsetzungen.

IL. und MAGENDIE fanden die Magengase eines gesunden Menschen ten) kurz nach dem Tode zusammengesetzt:

O	11,00
CO_2	14,00
N	71,45
H	3,55.

gengase von Hunden, welche PLANER untersuchte, zeigen stets eine ge von Sauerstoff und einen sehr bedeutenden Gehalt an Kohlensäure off.

em Hunde, welcher 4 Tage mit Hülsenfrüchten gefüttert war, zeigten len nach dem Fressen die Magengase bestehend aus:

32,91	CO_2
66,30	N
0,79	O.

den Magen verschluckte Luft hatte selbstverständlich die normale Zu- ung. Wir können aus der gefundenen Stickstoffmenge auf die Menge ckten Luft rechnen, wenn wir annehmen, dass Stickstoff in dem Körper soviel wie gar nicht diffundirt, weil alle Gewebe ihre der Luft- tsprechende Stickstoffmenge schon aufgenommen haben. Die so be- ftmenge ergiebt, dass für je ein Volum verschwundenen Sauerstoffs Kohlensäure in dem Magen des Hundes vorhanden sind.

ft im Magen wird also in der gleichen Weise verändert wie in der r mit den feuchten, von Blut durchtränkten Membranen des Magens in kommende Sauerstoff wird von dem Blute absorbirt und an seine Statt säure aus dem Blute. Vielleicht wird auch durch die Säure des Magen- dem Blute Kohlensäure ausgetrieben, da die Kohlensäuremenge in sen eine so bedeutende ist. Bei dem Menschen ist diese Magen- gegen die Lungen- und Hautathmung nur ein sehr untergeordneter

Hygieinische Betrachtungen. — Verdaulichkeit.

r man den Magen für das Centralorgan der Verdauung hielt, schien es leicht achtung an Magenfisteln über die »Verdaulichkeit« der einzelnen Nahrungs-

stoffe und ihrer Gemische zu entscheidenden Resultaten zu kommen. Man gla
dazu nur nothwendig, zu sehen, wie lange in den Magen eingebrachte Stoffe
verweilten, bis sie in den Darm abgeschieden wurden. Es sind derartige Be
von BEAUMONT in grosser Anzahl am Menschen gemacht worden. Er fand, dass
seines mit einer Magenfistel behafteten canadischen Jägers nach dem Essen
Stunden geleert war.

Seitdem wir wissen, dass im Magen nur ein Theil der verdauenden Wirkung
tung kommt, welche im ganzen Darmkanale die Speisen erfahren; dass ein gr
der genossenen Speisen ganz unverändert aus dem Magen in den Darm übertri
wir von solchen ausschliesslich am Magen angestellten Versuchen keinen Aufsc
die Verdaulichkeit selbst mehr erwarten, doch sind die Resultate immerhin inter
sie manche Verdauungsverhältnisse erklären und für den Arzt Gesichtspunkte fü
der Nahrungsmittel abgeben können. Kaldaunen und Schweinsfüsse, gekocht, sa
schon nach 1 Stunde aus dem Magen seines Magenfistelmannes verschwunden,
Wildpret nach $1\frac{1}{2}$, Brod und Milch nach 2, wilde Gans, junges Schwein nach $2\frac{1}{2}$
nach $2\frac{3}{4}$—$3\frac{1}{2}$, ebenso lang gebratenes Rindfleisch, gekochtes aber $3\frac{1}{2}$—$4\frac{1}{2}$, ebe
frisches, gebratenes Schweinefleisch; geräuchertes Rindfleisch bedurfte im M
geräuchertes Schweinefleisch 6 Stunden; Kalbfleisch bis $5\frac{1}{2}$, ebenso harte Ei
fleisch bis $4\frac{1}{2}$ Stunden.

Es ist ein vielfältig geltendes Vorurtheil, dass rohe Eier eine besonders
Speise seien. Kein fester Eiweisskörper widersteht jedoch der Einwirkung des M
bis zu einer Ueberführung in Parapepton und Pepton so lange wie ungeronnenes
eiweiss, sodass es geradezu als der schwerst verdauliche Eiweisskörper gelten m

Der Umstand, dass das Caseïn in der Milch gelöst in den Magen gelangt, kön
der Meinung verleiten, dass wir hier eine besonders leicht verdauliche Eiweiss
vor uns hätten. Es darf nicht vergessen werden, dass im Magen aller Käsestoff zu
ehe er in die lösliche Modifikation übergeführt wird. So wird es verständlich, wie
die Milch ein schwer verdauliches Nahrungmittel sein kann.

Im Allgemeinen werden die Albuminate durch übermässiges Hartkochen wen
(DONDERS). Vom Fleische scheint stets ein Rest ungelöst zu bleiben, und zwar
gebende Substanz, die um so schwerer sich löst, je weniger sie in Leim verw
Auch Stärkemehl widersteht den verdauenden Wirkungen um so länger, je w
Hitze darauf eingewirkt hat, die Cellulose je älter sie ist. Alte Cellulose, Hornge
stische Fasern widerstehen der Auflösung beharrlich.

Je feiner der Körper zertheilt (gekaut z. B.) ist, desto leichter wird er vo
dauungssäften angegriffen; grössere Stücke können den Darm unverdaut pass
Käse, Fleisch, Wurzelstückchen etc. In gutgegangenes, besonders altbackenes B
sich die Verdauungsflüssigkeiten (Speichel) rasch und reichlich ein, während fr
sich leicht klumpig zusammenballt. Eine grössere Fettmenge hindert die Verd
fetthaltige Gemische nicht so leicht von den Verdauungssäften durchtränkt werde

Die meisten Substanzen werden von den **kindlichen Verdauungsorga**
so vollkommen gelöst wie von denen Erwachsener; hierher gehört besonders S
gegen vertragen Kinder Milch meist besser als Erwachsene. Ein Magen, der an
dauliche Nahrung gewöhnt ist, kann oft leichtverdauliche weniger gut bewältigen
ihm die Magenschleimhaut nicht genügend reizen zur Magensaftabsonderung.

Bei gewissen Magenerkrankungen scheint die **Pepsinbildung** abzunehmen,
Ernährungsstörungen und Hunger, Blutungen, bei welchen alle Sekretbildung sehr
herabgedrückt wird. Da die Verdauungsfähigkeit des Magensaftes mit der Menge
zunimmt, so ist die therapeutische Darreichung von Pepsin in den angegebenen
rechtfertigt. Das »**französische Pepsin**« ist ein milchsäurehaltiges Gemisch
nen, Pepsin und Stärke. Das französische Pepsin wird im Grossen durch Fällung
Magensaftes, des kalten Wasserauszugs der Labdrüsenschicht des Magens, m

erem Blei, Zerlegen des gewaschenen Niederschlags mit Schwefelwasserstoff und
tigem Eindampfen des mit Milchsäure versetzten Filtrates vom Schwefelblei, unter
bis zur Syrupskonsistenz bereitet. Das braune Extrakt wird mit Stärke zu einem
n Pulver angerieben. Das Präparat ist ausserordentlich wirksam.

ufiger ist eine vermehrte Säurebildung die Ursache von Verdauungsstörungen. In
tark saueren Flüssigkeit kann das Pepsin nicht zur Wirksamkeit gelangen. So kann
ie Verdauung bei 10% Salzsäure ganz ausbleiben und beim Verdünnen der Säure
eginnen, oder nach theilweiser Neutralisation durch Zusatz von Alkalien oder alkali-
Erden (z. B. gebrannter Magnesia). An einer derartigen allzustarken Säurebildung
igen sich vor allem die milchsäureliefernden, zuckerähnlichen Stoffe, welche dem-
ei vielen Verdauungsstörungen zu vermeiden sind.

die Anhäufung der Peptone in dem Magensafte die Wirksamkeit des Pepsins unter-
versteht man, warum so leicht nach grossen Mahlzeiten Verdauungsbeschwerden
en. Je mehr wir gleichzeitig auf einmal Fleisch geniessen, um so geringer wird pro-
h die wirklich verdaute Menge. Während von reinem fettfreiem Fleische bei mehr-
r Aufnahme sehr grosser Fleischmengen 95% wirklich verdaut werden können,
n bei Aufnahme derselben in einer Mahlzeit nur 88% aufgenommen, 12% gehen
ndert als Koth ab (J. RANKE).

Entwickelungsgeschichte der Magen- und Darmschleimhaut. — Wie oben schon dargestellt
liefert das embryonale Darmdrüsenblatt das E p i t h e l, die Epithelzellen, aller
rüsen. Die eigentliche Schleimhaut, die Muscularis und Serosa gehen aber aus der
aserschichte hervor. Bei dem Magen zeigt sich das Epithel als eine getrennte Lage
en vierten Monat (KÖLLIKER). In der siebenten bis achten Woche zeigen sich die ersten
n der Magendrüsen, als zahlreiche solide Epithelialfortsätze, die in der dreizehnten
e von oben her hohl werden. Im Dünn- und Dickdarm (?) entstehen die LIEBERKÜHN'-
Drüsen von Anfang an als hohle Ausstülpungen des Epithels. Die BRUNNER'schen
n erscheinen im fünften Monat und entwickeln sich wie die Schleimdrüschen der
öhle. Die PEYER'schen Drüsen erscheinen erst im sechsten Monat als Produktionen
erhaut. Sehr merkwürdig ist die Entwickelung der eigentlichen Schleimhaut aus der
ut, die erst im fünften Monat beginnt. KÖLLIKER sah aus der inneren Oberfläche der
ut des Magens ungemein viel cylindrische Zöttchen hervorgewachsen, die nun zwi-
die Drüsen hineinwuchern, von ihrer Basis her verschmelzen und so die Drüsen in
ommenes Fächerwerk einschliessen, in welchem sich dann Blutgefässe entwickeln.
Wucherungen der Faserhaut bilden auch die Schleimhaut und Zotten des D ü n n-
s, indem zu Herstellung der letzteren warzenförmige Auswüchse der Faserhaut die
ellage vertreiben. Bei der Schleimhautbildung des D i c k d a r m s beginnt die zottige
erung der Faserhaut im vierten Monat, im siebenten Monat ist ihre Verschmelzung,
er Basis ausgehend, vollendet.

r vergleichenden Anatomie und Physiologie der Magenverdauung. — Das Nahrungsrohr der
elthiere besteht wie die des Menschen aus Drüsenepithel mit Schleimhaut, Muskelhaut
Serosa (mit einem äusseren Epithel). Hier interessirt uns zunächst die Schleimhaut des
ns (LEYDIG). Sie ist gewöhnlich längsgefaltet, entbehrt aber, wenigstens im Labmagen,
igentlichen Zotten, nur die Magenabtheilungen der Wiederkäuer, die vor dem Lab-
n liegen, besitzen meist mannichfach vorspringende, warzen- und blattartige Bildungen
euntes Kapitel). Das Epithel vom Magen und Darm ist im Allgemeinen Cylinderepithel.
obitis fossilis sind die tieferen Schichten der Epithelzellen cylindrisch, die Oberflächen
gen rund. Bei Batrachiern, dann bei Rochen und Haien flimmert das Epithel während
otallebens, bei Amphioxus und Petromyzon (J. MÜLLER, LEYDIG) zeitlebens. Wo der
n zusammengesetzt ist (Wiederkäuer), beginnt das Cylinderepithel erst im Labmagen,
end die vorhergehenden ein geschichtetes, verhorntes Plattenepithelium tragen wie der
und. Dasselbe findet sich wohl überall in der Portio cardiaca des Magens, wenn wie bei
ra und Pferd eine deutliche Scheidung in diese und in eine Portio pylorica vorhanden

ist; letztere hat Cylinderepithel. Der Muskelmagen der Vögel hat auch Cy (LEYDIG). Bindegewebe und sackartige Einstülpungen des Epithels bilden die drüsen, die übrigens in der ganzen Schleimhaut des Nahrungsrohrs fehlen bei furiatilis, Myxine, Cobitis fossilis.

Von dieser drüsenlosen Schleimhaut ergeben sich dann die Uebergänge Säckchen bei den Batrachiern und beschuppten Reptilien, zu den Drüsen, die oder zusammengesetzte Schlauchform erkennen lassen. Diese Schläuche trete Fällen noch zu höheren Elementen zusammen. Im Muskelmagen der Vögel schmalen schlauchförmigen Drüsen immer truppweise zusammen; im Drüs Vögel werden grössere Gruppen solcher Schlauchdrüsen durch eine gemein gewebige Hülle zu einem abgeschlossenen Paquet verbunden. Bei Säugethieren, sich der Magen in eine Portio pylorica und cardiaca abschnürt, findet sich in für den linken Abschnitt, der dann gewöhnlich drüsenlos ist, eine eigene st schichte »eigentlich zusammengesetzte Labdrüsen« (LEYDIG); an der Cardia lie Phascolomys, Pascolaritus und Castor. Beim Siebenschläfer bilden sie eine A bei anderen bilden sie die erwähnten Aussackungen: Hypudaeus, Lemmus, M BAUER). Beim Biber besteht die grosse Magendrüse aus schlauchförmigen Labdr Gruppen geordnet in kavernöse Räume münden. Bei Manatus australis finden blindsackartigen Ausbuchtung »zusammengesetzte Magendrüsen«, welche im Bild der einfachen Labdrüsen wiederholen. Grössere schlauchförmige Hohlräu bei schwacher Vergrösseruug wie mit Cylinderzellen besetzt, diese letzteren lö bei starker Vergrösserung jede in einen einfachen Drüsenschlauch mit Epithel a einen gemeinsamen Ausführungsgang münden, der dem Lumen der einfache analog erscheint. Die Abbildung, welche LEYDIG von diesen Drüsen giebt, zeigt, Drüsenmägen der Vögel und ihren vereinigten Drüsen (BISCHOFF) kein Sprung Form gemacht ist. Die sogenannten zusammengesetzten Magendrüsen der S Katze, Pferd, Hase, Kaninchen, Schwein etc. und Mensch) bilden die Uebergä den einfachen Schläuchen zu jenen Anordnungen im Vogelmagen, sodass allmä gänge von der glatten, drüsenlosen Schleimhaut bis zu den entwickeltsten wahren zusammengesetzten Magendrüsen führen.

Bei Vögeln und Säugern finden sich die zweierlei Sekretionszellen in den Drüs vor, die wir oben bei dem Menschen besprachen, cylindrische und rundlich sicher auf zweierlei Sekrete der Magenschleimhaut hindeutet. Bei den Säuge Drüsen mit rundlichen Zellen (Labdrüsen) zumeist in der Cardialportion des mit cylindrischen Zellen (Magenschleimdrüsen) meist im Pylorustheil. Bei besitzt der Proventriculus Labdrüsen, der Muskelmagen Drüsen mit Cylind auch bei Fischen und Amphibien eine solche Trennung herrscht, ist noch gestellt. Beim Stör und Polypterus fand LEYDIG nur Drüsen mit Cylinderzell (Ueber die vergleichende Anatomie der Magenschleimhaut der Wirbellosen v folgende Kapitel).

Von den Thieren, welche mehrere Magenabtheilungen haben, scheint bei käuern nur der Labmagen (Drüsenmagen) der Pepsin- und Säureabsonderun Die anderen Mägen sind wie zunächst der Pansen Reservoirs der noch wen verschluckten Speisen, in denen sie vor allem unter der Einwirkung des bei d in grösster Menge abgesonderten Speichels bei Körpertemperatur der Gährun Hier mag die Verdauung der Cellulose (Holzfaser) beginnen, welche den Wie reichlichem Masse zukommt. Auch bei den fleischfressenden Thieren kom mehrfache Magen vor, über deren physiologische Bedeutung man noch richtet ist.

Ueber die quantitative Zusammensetzung des Magensaftes verschiedener Thie mit dem Menschen haben wir von C. SCHMID genaue Untersuchungen; nach sei findet sich die Zusammensetzung: in Procenten:

	Mensch (im Mittel) speichelhaltiger Magensaft:	Hund (im Mittel) speichelfrei:	speichelhalt.:	Schaf:	Pferd (nach Frerichs):
. . . .	99,440	97,30	97,12	98,615	98,28
. . . .	0,560	2,70	2,88	1,385	1,72
nische Stoffe . .	0,319	1,71	1,73	0,405	0,98
um	0,146	0,25	0,31	0,436	
m	0,055	0,11	0,11	0,152	
am	0,006	0,06	0,17	0,014	
onium	—	0,05	0,05	0,047	
ure	0,20	0,31	0,23	0,123	0,74
uerer Kalk . .	0,012	0,17	0,23	0,118	
uere Magnesia .		0,02	0,03	0,057	
ueres Eisenoxyd		0,01	0,01	0,033	

n menschlichen Magensaft berechnet MARCET 0,253% freie Salzsäure. LEHMAN fand n im Magensaft (speichelhaltig) 0,098—0,132% Salzsäure, ausserdem 0,32—0,59% . Die Magensaftsekretion war durch Knochen angeregt, was in Betreff der Milch- tig erscheint.

torischen Entwickelung der Verdauungslehre. — 2. Die Magenverdauung. Es Alterthum (HIPPOKRATES) die Magenverdauung mit einer Kochung zu vergleichen. kannt, dass die Speisen im Magen sich lösen, zu einem Brei verflüssigen. GALEN, enaue Beschreibung des Magens liefert, sagt z. B. vom Pylorus, er werde Pförtner »weil er wie ein guter Thürhüter darüber wacht, dass nur der aufgelöste und (gekochte) Speisebrei durch seine enge Pforte hindurchgeht, während er, sobald Unverdautes oder Hartes ihm naht, die Oeffnung vor ihm zuschliesst und dasselbe ht in den Grund des Magens.« Analog der Bearbeitung der Speisen in der Mund- hte man auch an eine mechanische Zerreibung durch die Magenwände, wozu h bei dem Menschen die mechanischen Einrichtungen fehlen. Die (chemische) der Speisen stellte man sich später unter dem Bilde einer Gährung (Fermen- ERHAVE) vor, wobei die chemischen Bestandtheile der Speisen selbst auf ein- wirken sollten. HALLER nannte den Vorgang im Magen: Maceration. Auch an ulnissvorgänge (Putrefaktion) der Speisen wurde gedacht. Andere nahmen eine leiner Würmer an, welche die Speisen im Magen angriffen und zertheilten. re 1752 führte RÉAUMUR den Beweis, dass der Magen eine Flüssigkeit absondere: ft, welcher auf die Speisen lösend einwirke. Seine und später SPALLANZANI's Ver- en zunächst gegen die Theorie von den mechanischen Einflüssen des Magens auf nung gerichtet. Sie liessen Speisen, Fleisch, Brod, Knorpel etc., in durchlöcherten erschlucken und beobachteten, dass diese Stoffe, auf welche kein Druck von den nden ausgeübt wurde, nicht weniger verdaut werden. RÉAUMUR und später SPALLAN- n die ersten, welche mit natürlichem Magensaft ausserhalb des Magens Verdauungs- anstellten. Sie verschafften sich den Magensaft ganz rational dadurch, dass sie e an Fäden befestigt verschlucken liessen, die den Magensaft einsaugten. SPALLAN- ss die Schwämme in dünne, metallene, durchlöcherte Röhren ein, die er die rschlucken und nach einiger Zeit durch Erbrechen wieder entleeren liess. Mensch- gensaft suchte er dadurch zu erhalten, dass er bei nüchternem Magen mechanisch rregte. Früher pflegte man sich den Magensaft dadurch zu verschaffen, dass man ehrere Tage fasten liess und nach dem Schlachten den Mageninhalt untersuchte, iederkäuern dann in ziemlicher Masse vorhanden ist; nach MACQUART liefert ein r Ochse etwa anderthalb Pfund, offenbar, obwohl sauer reagirend, der Hauptmasse chel. Auch die anderen oben angeführten Methoden der Gewinnung konnten den nur mit Schleim, Speichel etc. vermischt liefern, übrigens auch nur in geringer

Da man den Magen für das Universalverdauungsorgan hielt, so schrieb
dem Magensafte die Eigenschaft zu, für die verschiedener Nahrungsmittel
auflösungsmittel zu sein. So gab Spallanzani (1783) an, dass der Magensaft,
vegetabilischer Nahrung für sauer hielt, Auflösungsmittel für die Nahrung
ausser als in dem Körper sei, dass er bei gewöhnlicher Temperatur nicht fau
Stoffe vor Fäulniss bewahre und sie mit Hülfe von Wärme auflöse. Carminati
auf (1785) den Unterschied in der Reaktion des Magensaftes (Magenschleim
und verdauender fleischfressender Thiere. Bei den ersteren fand er den Ma
sauer, stark sauer bei den letzteren. Mit Recht bezeichnet Berzelius diese Be
den ersten Lichtstrahl in der Erforschung dieses Gegenstandes. Man würde ab
wenn man glaubte, dass Carminati durch seine Beobachtung sogleich auf die
Absonderung eines saueren Saftes im verdauenden Magen geführt worden
minati suchte den Magensaft der fleischfressenden Thiere dadurch künstlich
dass er 2 Quentchen frisches Kalbfleisch mit 1 Unze Brunnenwasser und 5 Gra
einem Glas bei einer Temperatur von ungefähr 100° Fahr. = 37,7°C. 16 Stund
rirte, dann die Flüssigkeit abgoss, welche nun die Lakmustinktur röthete. Dies
Magensaft (sic!) Carminati's konnte durch wiederholtes Digeriren mit frisch
stärker und dem natürlichen noch ähnlicher gemacht werden. Wenn diese
auch für die Erklärung des saueren Magensaftes von keiner Bedeutung ist,
doch die erste Angabe von der Veränderung der Reaktion des Fleischsaftes von
zur saueren bei der Temperatur des Körpers, eine Beobachtung, welche für die
Nervenphysiologie von so entscheidender Bedeutung werden sollte. Uebrigens
den Magensaft kräuterfressender Thiere auch unter Umständen sauer. Erst
Werner, dass die Masse im Magen sowohl bei fleisch- als grasfressenden Thie
der Verdauung stets sauer sei. Noch einmal wurde im Jahre 1812 durch Monte
Vermögen besass, willkürlich zu brechen, die Wirksamkeit des Magensaftes
geleugnet, seine Säuerung für das Zeichen einer beginnenden Zersetzung erkl
Jahre 1824 zeigte Prout, dass der Magensaft wirklich sauer ist, und dass diese
nächst nicht von einer organischen, sondern von eine anorganischen Säure bed
zwar von Salzsäure. Macquart wollte bei Wiederkäuern (1786) freie Phosp
Magensaft gefunden haben; im Magensaft des Kalbes hatte er Milchsäure beob
rend Morveau die Magensaftsäure als eine eigenthümliche organische Säure auf
verschaffte sich seinen Magensaft aus dem Magen verdauender Thiere. Tiedeman
hatten selbständig den Beweis geliefert, dass der Magensaft einen Gehalt an fre
besitze, sobald Nahrungsstoffe verschluckt worden sind. Nach Tiedemann und G
Magensaft aus leerem Magen mit vielem Schleim vermischt, nicht sauer. Neb
säure behaupteteten sie im Magen des Pferdes auch Essigsäure und Buttersäure
haben; Berzelius Milchsäure. Treviranus glaubte zu finden, dass die Masse au
kanal von Hühnern, mit Wasser vermischt und in einer Porzellanschale digerir
derselben stark angriff. Tiedemann und Gmelin gelang es dagegen nicht, im Mag
Ente die auch nach älteren Angaben vermuthete Fluorwasserstoffsäure nachz
Jahre 1831 musste noch Berzelius seine Beschreibung des Magensaftes mit
schliessen: »Man weiss durchaus nicht, ob die im nüchternen Zustand abges
sauere Flüssigkeit von denselben Gefässen wie die sauere während der Verda
zeugt oder ob sie von verschiedenen und für jede eigenthümlichen Gefässen s
den, gleichwie z. B. der Schleim aus eigenen Drüsen abgesondert wird. W
man bis jetzt kein für die Absonderung des Magensaftes eigenthümliches A
organ entdecken können.«

Magendie, an der Grenze der Neuzeit (1820), sagt ähnlich bescheiden über
Verdauungs-Hypothesen: »Die Beschaffenheit der chemischen Veränderungen
Speisen im Magen erleiden, ist unbekannt. Wenn man auf diese (bis zu jener Z
ten) Systeme die strenge Logik, welche von jetzt an in der Physiologie her

del, so kann man in denselben nichts finden, als eine Folge des Bedürfnisses, welches ensch hat, seiner Einbildungskraft zu genügen, und sich über Gegenstände, welche nbekannt sind, zu täuschen. War man denn wirklich um Vieles weiter gekommen, an gesagt hatte, die Verdauung sei eine Kochung, eine Gährung, eine Maceration? denn man verband keine bestimmten Begriffe mit den Worten.«

s scheint mir, dass wir uns heute noch eine berechtigte Lehre aus diesen Worten des n Physiologen ziehen dürfen.

e schon erwähnte Meinung von einer Betheiligung vitaler Kräfte, von Organismen aus- bei der Verdauung ist erst neuerdings wieder in der oben angeführten Meinung auf- , dass Pilze die »Fermente« auch bei der Verdauung seien, wie man sie als »Fermente« deren sogenannten »Gährungen« anspricht.

ir sehen die Erkenntnisse über die Vorgänge im Magen von den dreissiger Jahren es Jahrhunderts an eine rasche Entwickelung nehmen.

s Wichtigste, was neu gewonnen wurde, war unstreitig die Erkenntniss der Absonngsorgane des Magensaftes. Früher hatte man wohl die kleinen mit blossem wahrnehmbaren Grübchen als Drüsen betrachtet. Magendie behauptete, dass man in örtnerhälfte des Magens eine grosse Anzahl von »Schleimbälgen« bemerke, denen ein ass auf die Menge und Beschaffenheit der daselbst abgesonderten Flüssigkeit zu- rieben werden könnte. Im Jahre 1836 wurde nachgewiesen (Sprott, Boyd), dass in der oben genannten Magengrübchen eine Anzahl verschiedener Drüsenröhrchen münde. erkannte Bischoff die Verschiedenheit der Drüsen an der Pars pylorica des Hunde- ns von den übrigen Magendrüsen. Wasmann, Todd und Bowman, Henle, Kölliker, e, Donders setzten die Beobachtungen fort. Brücke entdeckte die Muskelschichte der imhaut, Gerlach studirte die Gefässvertheilung.

er weitere Fortschritt bestand darin, dass es glückte, die Magenabsonderung im n eines lebenden Menschen direkt zu beobachten. Im Jahre 1834 erschienen zu n die Untersuchungen Beaumont's über den Magensaft und die Physiologie der Ver- ng, welche an einem Manne, St. Martin, angestellt waren, der durch eine Schusswunde zufällige Magenfistel davon getragen hatte. Ein ähnlicher Fall wurde 1853 durch Bidder Schmidt (Grünewald und Schröder) bei einer gesunden ehstnischen Bäuerin beschrieben. fällige Magenfistel erweckte den Gedanken, solche künstlich an Hunden anzulegen. en Magenfisteln wurden von Bassow 1842 und Blondlot 1843 angelegt, wodurch die rsuchungen über die Magenverdauung wesentlich gefördert wurden. Bardeleben ver- erte die Methode an Hunden, Bidder und Schmidt legten eine Magenfistel bei einem afe an.

Neben der Verbesserung der Methode wurde auch ein tieferer Einblick in den Chemis- s der Verdauung angestrebt. Die Entdeckungen über die freie Säure im Magensaft n zunächst auf den Gedanken gebracht, dass sie es sei, unter deren Wirkung die Lösung aufgenommenen Speisen stattfinde. Eine genauere Beobachtung (Beaumont, J. Müller) führte dagegen zu dem Schluss, dass in den Säuren allein die Ursache der Magen- auung nicht liegen könne.

n demselben Jahre, in welchem Beaumont's wichtige Untersuchungen bekannt wurden 4), trat auch Eberle mit Beobachtungen auf, nach welchem dem »Magenschleim« das mögen zukommen solle, in saueren Flüssigkeiten Eiweissstoffe, Fleisch und leim- ende Stoffe zu lösen. Weder der Schleim allein noch die Säure allein sei dazu im Stande. rle beobachtete, dass dabei die Eiweissstoffe ihre Fähigkeit zu gelatiniren verloren. Er e damit die wahre Grundlage der Verdauungslehre gelegt, doch hatte er zunächst allem leim die gleiche Wirkung wie dem »Magenschleim« zuerkannt. 1836 wurden die Beob- ungen Eberle's von J. Müller und Schwann bestätigt, doch die lösende Wirkung auf »Magenschleim« beschränkt. Man gewann die Flüssigkeit zur künstlichen Verdauung urch, dass man den Labmagen des Kalbes abpräparirte, so lange mit Wasser wusch, bis nicht mehr sauer reagirte, und dann trocknete. So konnte die Schleimhaut aufbewahrt

werden, und war jederzeit zu den Versuchen anwendbar. SCHWANN setzte die Unters über die Natur des »Verdauungsprincipes« noch weiter fort. Er fand, dass dauungsprincip, Lab oder Pepsin« in Wasser löslich sei, es war also nicht de selbst. SCHWANN studirte die Frage, wie die Säure zur Verdauung mitwirke und die keit der Verdauung mit den »Fermentwirkungen«. SCHWANN versuchte auch das Pe zustellen; er fällte es durch essigsaueres Blei; aus dem Niederschlag gewann er es Eigenschaften wieder, indem er es durch Schwefelwasserstoff vom Blei trennte. HEIM und WASMANN 1839 haben diese Beobachtungen fortgesetzt und erweitert. D verfuhr bei seinen Versuchen, das Pepsin darzustellen, analog wie SCHWANN; Fr es mit Alkohol, C. SCHMIDT mit Sublimat. Eine sehr gute Methode, nach welcher peptonfreies) Pepsin erhält, stammt von BRÜCKE her, der durch eine Fällung durch p saueren Kalk und durch Cholesterin das Pepsin mechanisch niederreisst und den Beimischungen trennt. In dieser Art dargestellt gibt es nur spurweise Eiwei In Beziehung auf die Theorie der Pepsinwirkung glaubt C. SCHMIDT, dass im das Pepsin mit der Salzsäure zu Pepsinchlorwasserstoffsäure verbunden sei. Di gebe (nach den neuesten Darstellungen) die Salzsäure bei der Verdauung an die Al ab, welche diese im status nascens in Peptone verwandelt; das freigewordene Pe bindet sich wieder mit Salzsäure, wodurch der Process von neuem beginnt.

Die Veränderungen, welche die Nahrungsstoffe im Magen erfahren, waren auf minate und die leimgebenden Substanzen beschränkt. SCHWANN zeigte nach der E LEUCHS' über die verdauende Wirkung auf Stärke, welche TIEDEMANN und GMELIN Magen beobachtet hatten, dass der angesäuerte Speichel (auch im Magen) fortfähr in Zucker zu verwandeln. Dass die Veränderung, welche die Albuminstoffe erfahren, keine Fäulniss sei, wurde neuerdings durch die Beobachtung der anti Eigenschaften des Speichels (z. B. BEAUMONT) widerlegt. Früher hatte man geglaubt lichen Eiweissstoffe würden unverändert resorbirt. Zuerst beobachtete man di Gerinnung des Käsestoffs im Magen. PROUT und BEAUMONT fanden, dass auch flüssig durch Magensaft umgewandelt werde, sodass es seine Gerinnungsfähigkeit verliert. untersuchte die Eigenschaften der im Magensafte aufgelösten Proteinverbindungen wies die grosse Uebereinstimmung derselben nach und nannte sie »Albuminose«. Untersuchungen der »Peptone« verdanken wir LEHMANN und MEISSNER, die den Bil der Peptone genauer zu zergliedern suchten. BRÜCKE's Untersuchungen über die V verdauung haben in der neuesten Zeit die wesentlichsten Aufschlüsse ertheilt.

Zur ärztlichen Untersuchung der Mageninhalte. — Nach Injektionen ins Blut geh Magensaft über: Jodkalium, Rhodankalium, milchsaueres Eisenoxyd, Ferrocy Zucker u. A.

Im Erbrochenen haben wir den verschiedensten Mageninhalt gemischt mi menten des Auswurfs (cf. diesen) vor uns. Auch Galle findet sich häufig bei manchmal macht sie die Hauptmasse des Erbrochenen aus. Bei Magenkatarrhen im Erbrochenen viel Milchsäure, Essigsäure, Buttersäure, die sich nach HOPPE dann bilden, wenn die natürliche Säure im Magen fehlt. Gewöhnlich versteht m Zustand unter »Dispepsie«, doch könnte auch eine Dyspepsie (Störung der norm dauung) durch Mangel an abgesondertem Pepsin entstehen. Man gibt dagegen ar im Handel vorkommende »französische Pepsin«, eine sehr energisch wir schung von Peptonen, Pepsin und Stärke, milchsäurehaltig. Es wird im Grossen nach der SCHWANN'schen Methode (cf. oben). Die bräunliche, syrupöse Masse, w Pepsin darstellt, wird zur Dosirung und Aufbewahrung mit so viel Stärke zerrie ein weisses, hygroskopisches Pulver entsteht. Das Präparat ist sehr wirksam, anders dargestellte Präparate (deutsches Pepsin nach J. MÜLLER und SCHWANN) m wirken. Bei krankhaften Veränderungen des Magens findet sich im Erbrochenen h das durch den Magensaft meist in eine kaffeesatzähnliche, bräunliche Masse ver

mal ist das erbrochene Blut noch flüssig. Daneben finden sich bei Zerstörungen des . Gewebsbestandtheile desselben, Krebszellen und Zellen anderer Pseudoplasmen, fusorien etc.

Mikroskop kann ausser den bei dem Auswurf en Epithelien noch zeigen: Cylinderzellen, Eiterchen, Pigmentzellen, Blutkörperchen, Pilze, wie Sarventriculi und gewöhnliche Gährungspilze. Als este: Stärkekörner, Pflanzenreste, Pflanzengefässe, sern, Chlorophyllkörner, Fetttröpfchen, Fettzellen, stückchen, glatte Muskelfasern, Bindegewebs- und he Fasern. (Fig. 67.).

Fig. 67.



Formbestandtheile erbrochener Massen. a Labzellen; b Cylinderepithelien; c Schleimkörperchen; d Pflasterzelle der Mundhöhle; e Sarcina ventriculi; f Cryptococcus cerevisiae; g Amylonkörper; h Fetttropfen; i Muskelfaser.

dem grünen Erbrochenen (Vomitus aeruginosus) ist ende Bestandtheil in den Magen ergossene, von der desselben in Biliverdin veränderte Galle. Galle im stört, wie wir unten sehen werden, die Verdauung llung des Pepsins. Bei Cholera und Urämie (auch cher bei Thieren) wurde im Erbrochenen Harnstoff-hlensaueres Ammoniak nachgewiesen, aus dem ervielleicht erst im Magen entstanden. Das Erbrochene dann stark alkalisch.

Achtes Kapitel.

Verdauungsvorgänge im Darme.

Der Dünndarm ist das Hauptverdauungsorgan.

Der sauere Speisebrei, der noch bedeutende Mengen aller der Stoffe ändert in sich enthält, die der Einwirkung des Magensaftes und Speich gesetzt waren, gelangt durch den Pförtner stossweise in kleinen Partien Dünndarm, um dort noch weitere Veränderungen zu erleiden.

Theilweise sind diese Veränderungen ganz derselben Art und betr gleichen Stoffe, wie wir sie in den beiden letzten Kapiteln besprochen hal

Die Eiweissstoffe und das Stärkemehl werden noch möglichst vol gelöst und diffusionsfähig gemacht, in Pepton und Zucker umgewandelt.

Andererseits findet im Darme eine Stoffgruppe die Bedingungen ihr nahme, die bisher noch keine Verdauung erfahren hatte: die Fette.

Um dieses complicirte Resultat der Stoffumänderung zu erreichen, e Darm mehrere Verdauungsflüssigkeiten. Seine Schleimhaut selbst un ihr enthaltenen meist schlauchförmigen Drüsen liefern ein Sekret: den schleim oder Darmsaft. Ausserdem ergiesst sich in den Zwölffin das Sekret der Bauchspeicheldrüse, des Pankreas, das dort mit d dukte der Leberabsonderung: der Galle zusammentrifft.

Diese drei für die Verdauung wirksamen Säfte mischen sich dem v Magen kommenden Chymus bei und vollenden die Veränderungen, die zu führung der in ihm enthaltenen Nahrungsstoffe in die Säftemasse des nothwendig sind. Was der Magen begonnen und vorbereitet, wird von de vollendet. Es unterliegt keinem Zweifel, dass der Dünndarm als Haup der Verdauung zu betrachten ist.

Die Sekrete, welche sich im Darm dem saueren Chymus zumische durchweg alkalisch; von Aussen nach Innen schreitet daher im Chym Umwandlung der Reaktion in eine alkalische vor, die schon vor Mitte de darms vollendet ist.

Darmschleimhaut und Darmsaft.

Wir beginnen mit dem Darme, und seinem Sekrete, dem Darmsc oder Darmsafte.

Schleimhaut des Darmes ist dünner als die des Magens, doch zeigen n Bau eine unverkennbare Aehnlichkeit. Auch im Darm sehen wir dicht t, eine neben der anderen, einfach schlauchförmige Drüsen: die LIEBER-hen Drüsen die Schleimhaut senkrecht auf ihre Oberfläche durchsetzen. sprechen den Magenschleimdrüsen im Bau; wie in jene setzt sich diese das Cylinderepithel der Darmoberfläche ununterbrochen fort idet sie vollständig aus. Die innere Darmoberfläche erhebt sich in zahl-feine Fältchen und Zöttchen, die zu beschreibenden Darmzotten, der Oberfläche ein sammtartiges en verleihen. Rings um diese Darm-ffnen sich die LIEBERKÜHN'schen Drü-g. 68.). Sie sind im ganzen Darme tet. Ihre Länge wird durch die Dicke leimhaut bedingt, da sie dieselbe in anzen Dicke durchsetzen: $^1/_5$—$^1/_7$''', eite beträgt 0,028 — 0,036'''. Jede besteht aus einem zarten, von einer rtigen Membrana propria gebildeten welche mit den Cylinderzellen aus-t ist. Untersucht man die Drüsen der en Schleimhaut, so zeigt sich jede ner hellen Flüssigkeit: dem Darm-gefüllt.

Fig. 68.

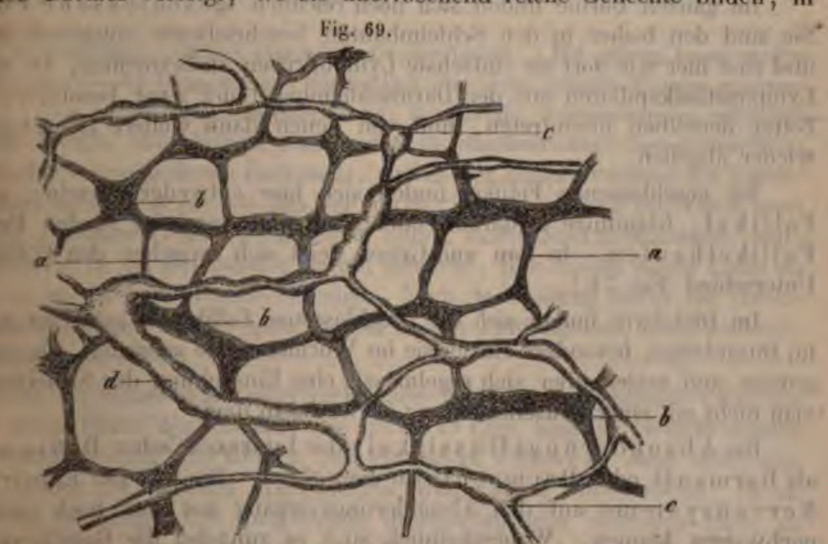


Die Dünndarmschleimhaut der Katze im senkrechten Durchschnitt. *a* Die LIEBERKÜHN'schen Drüsen; *b* die Darmzotten.

ie Blutgefässe umspinnen die schlauchförmigen Darmdrüsen ziemlich , wie wir es bei den Magendrüsen gesehen haben.

ie Nerven (Fig. 69.) sind noch kaum weiter als in das submuköse Binde-e des Darmes verfolgt, wo sie überraschend reiche Geflechte bilden, in

Fig. 69.



Aus dem Dünndarm des Meerschweinchens. *a* Plexus myentericus mit den Ganglien *b*; *c* feinere und *d* stärkere Lymphgefässe.

denen Meissner eine grosse Anzahl von Ganglienzellen entdeckte, zweifellos als nervöse Bewegungs- und Sekretions-Centralorgane des aufzufassen sind, und diesem, die grosse Selbständigkeit in den be Beziehungen ertheilen, von der wir in der Nervenphysiologie noch we werden.

Ausser den Lieberkühn'schen Drüsen finden sich in dem obersten A des Darmes auf das Duodenum beschränkt auch noch trauben Schleimdrüsen, welch Gestalt, Grösse und Bau ihrem alkalischen Sekrete benförmigen Mundschleim sen entsprechen. Sie fü Namen ihres Entdeckers: sche Drüsen. Sie stehen Pylorus an bis zur Einm stelle des Gallenganges. Magen bilden sie eine zu hängende Lage. Sie sitz der eigentlichen Schleimh senden ihre Ausführungsgä diese hindurch. Ihre Grös von $^1/_{10}$—$^1/_2$''', sodass m blossem Auge zu sehen wenn man die Schleimhau Muskelhaut abzieht (Fig. 7

Fig. 70.



Die Brunner'sche Drüse des Menschen.

Die Blutgefässe der Brunner'schen Drüsen verhalten sich analog w Schleimdrüsen der Mundschleimhaut.

Im ganzen Darme finden sich noch reichlich »geschlossene F Sie sind den bisher in den Schleimhäuten beschriebenen entsprechen und sind hier wie dort als einfachste Lymphdrüsen zu betrachten, an w Lymphgefässkapillaren aus der Darmschleimhaut und zwar besonders Zotten derselben herantreten, und von denen dann weitere Lymph wieder abgehen.

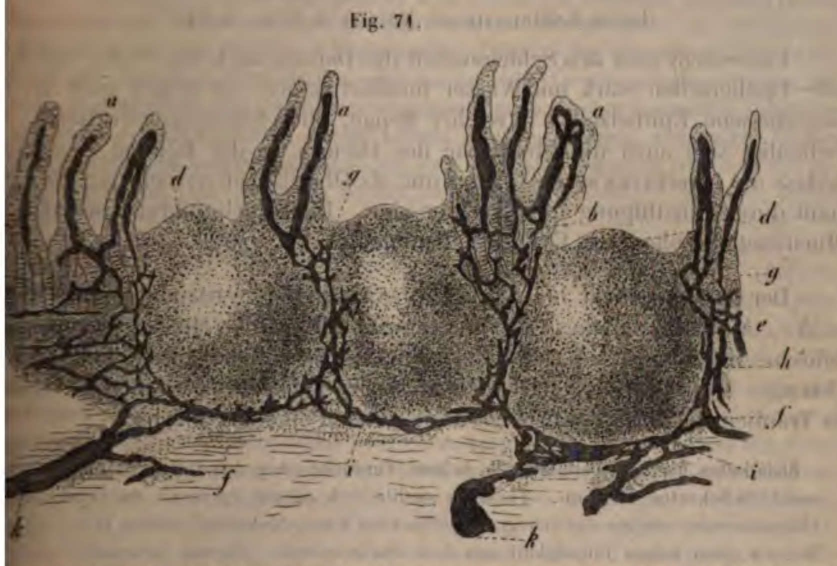
Die geschlossenen Follikel finden sich hier entweder einzeln: Follikel: Glandulae solitariae, oder zu Haufen vereinigt zu den P Follikelhaufen. In Bau und Grösse zeigt sich zwischen den Foll Unterschied (Fig. 71.).

Im Dickdarm finden sich die geschlossenen Follikel in grösserer A im Dünndarme, besonders stehen sie im Wurmfortsatze gedrängt. Sie s grösser und zeigen über sich regelmässig eine Einsenkung der Schleim man nicht mit einer Drüsenmündung verwechseln darf.

Die Absonderungsflüssigkeit der Lieberkühn'schen Drüse als Darmsaft oder Darmschleim bezeichnet. Die Art der Einwi Nervensystems auf den Absonderungsvorgang hat man noch ni nachweisen können. Wahrscheinlich sind es zunächst die Ganglien Darmes selbst, welche die Absonderung anregen.

ch elektrische Nervenreizung, z. B. des Vagus, sah man bisher keine eintreten. Dagegen bringen mechanische Reize oder chemische z. B. 1 % Salzsäure oder elektrische Reize durch Induktionsschläge direkt auf eimhaut selbst einwirkend ziemliche reichliche Sekretion hervor.

Fig. 71.



hnitt durch eine in ihren Lymphbahnen injicirte PEYER'sche Plaque des Menschen. *a* Darmzotten mit nsbahnen; *b* LIEBERKÜHN'sche Drüsen; *c* Muscularis der Schleimhaut; *d* Follikelkuppe; *e* mittlere ne; *f* Grundtheil der Follikel; *g* Uebergang der Chylusgänge der Darmzotten in die eigentliche Schleim- etzförmige Verbreitung der Lymphbahnen in der Mittelzone; *i* Verlauf am Follikelgrund; *k* Uebergang in die Lymphgefässe der Submucosa; *l* follikuläres Gewebe in der letzteren.

RY hat gelehrt, reinen Darmsaft zu gewinnen. Bei einem hungernden wird ein 1—15 Ctm. langes Darmstück aus dem ganzen Darme so aus- tten, dass es mit seinen Blutgefässen, Bauchfell, Nerven etc. in normaler dung bleibt. Die beiden Enden des durchschnittenen Gesammtdarmes wieder vereinigt durch Darmnaht, sodass der Zusammenhang des Darm- wieder hergestellt ist, welches nur um das ausgeschnittene Stück sich ver- ndet. Letzteres wird an dem einen Ende, durch Naht geschlossen, voll- wieder in die Bauchhöhle herein gebracht, das andere offene Ende als nung an die Bauchwände befestigt. Nach der Heilung bleibt die Darm- stehen, durch welche man in das ausgeschnittene nun blind endende ick gelangen kann.

☐ Ctm. Darmoberfläche secerniren nach THIRY in einer Stunde 4 Gramm er ganze Darm des Hundes, der etwa 239 Ctm. lang ist, würde danach rdauungsstunden 360 Gramm Saft absondern können; doch übersteigt ahl sicher die wirklich abgesonderte Grösse nicht unbedeutend, da an ährend so langer Zeit fortgehende ununterbrochene Sekretion nicht zu ist.

r Saft aus solchen Darmfisteln ist bei Hunden dünnflüssig, hellgelb gefärbt,

stark alkalisch und entwickelt mit Säuren Kohlensäure. Sein specifisch ist konstant 1,0115. Er besitzt 2,5% feste Bestandtheile:

Eiweiss	0,8013
sonstige organische Stoffe .	0,7337
Asche	0,8789
davon kohlensaueres Natron	0,315—0,337 %

Untersucht man den Schleiminhalt des Darmes nach dem Tode, nac alle Epithelzellen stark mit Wasser imbibirt haben, so zeigen sich in abgestossene Epithelzellen in reicher Menge, auch Schleimkörperchen. betheiligt sich auch die Oberfläche des Darmes an der Bildung des S sodass die LIEBERKÜHN'schen Drüsen nur als Oberflächenvermehrung der haut durch Einstülpung zu betrachten sind. Die Schleimbildung beruht Mucinmetamorphose des Cylinderzelleninhaltes.

Der **Darmsaft wirkt** bei alkalischer Reaktion verdauend auf Fib u. A.), Albumin, frisches Caseïn, gekochte und frische Muskelsubstanz bilische Albuminate (KÖLLIKER, SCHIFF u. A.). Es entstehen dabei wahr (LEUBE). Der Darmsaft verwandelt Stärke in Zucker (SCHIFF u. A.), R in Traubenrucker (LEUBE u. A.). Oele werden emulgirt (SCHIFF).

Historisches über den Darmsaft. — Aeltere Versuche über den Darmsaft hatten mischten Sekreten zu thun. FRERICHS suchte sich reinen Darmsaft zu versch Abbinden eines vorher vorsichtig ausgedrückten Darmstücks, auf welche Weise e Mengen einer zähen Flüssigkeit aus dem Darm erhielt. ZANDER arbeitete un von BIDDER und SCHMIDT (1851). Er brachte bei Hunden in den oberhalb auf abgebundenen Darm, um den Zufluss der übrigen in den Darm ergossenen Drüs zuhalten, in einen Tüllbeutel die zu verdauenden Stoffe: geronnenes Eiweiss u stückchen, Stärkekleister. Die Darmschlingen wurden dann wieder in die zurückgebracht. Nach einiger Zeit herausgenommen zeigte sich aus Stärkem gebildet und vom Eiweiss 6,5%, vom Fleische 7,2% gelöst. KÖLLIKER und fanden bei analogem Versuche an einer Katze nach 18 Stunden nur noch 1/6 geführten geronnenen Eiweisses. Beide Funktionen: Zuckerbildung aus Stärke u lösung würden für die Verdauung des Menschen besonders von grossem Wert welchem sich noch im Dickdarminhalte und Kothe unverdaute Stärke, Eiweiss- u reste finden. Diese Stoffe könnten noch im ganzen Darm durch den Darmsaf dauende Einwirkung erfahren, um so möglichst ausgenützt zu werden.

BUSCH sah Eiweissstückchen, welche aus dem Magenende einer Darmfistel schen unverdaut hervortraten, im Dickdarm noch verdaut werden, sodass eine von dem unteren Theile des Darmes aus möglich erschien.

THIRY fand die genannten verdauenden Wirkungen nicht, sein Saft vermochte zu lösen, wenn seine Reaktion alkalisch gehalten wird. Diese Lösung beruh senheit eines Fermentes, das sich in ähnlicher Weise wie das Pepsin is v. WITTICH stellte das diastische, zuckerbildende Ferment dar.

Im Darme geht Rohrzucker in Rübenzucker, Milchsäure und Buttersäure Gährung.

Die Eiweiss verdauende Wirkung des Darmes ist in der Nähe des Pylorus Dort stehen jene BRUNNER'schen Drüsen, die in ihrem Baue den Schleimdrüsen u dem Pankreas entsprechen. BERNARD erklärt sich für kleine Pankreasdrüsen. Beobachtungen sind oben citirt. Die Drüsen, welche nach ihrem Entdecker Brun werden, wurden schon 1686 entdeckt, von MIDDELDORPF 1846 zuerst genau unter

vergleichenden Anatomie. Die Schleimhaut des Darmes zeigt bei Säugethieren und
deutliche Zotten, auch manchen Fischen fehlen sie nicht. Die Darmschleimhaut der
Fische und Reptilien besitzt Leistchen und Fältchen, die sich öfters netzartig mit
er verbinden, wodurch drüsenähnliche Hohlräume (makroskopische) entstehen, z. B.
rosch. Das Epithel im Darm der Wirbelthiere ist meist, wie im Magen, Cylinder-
. Die Porenkanälchen der Darmzellen, welche sich sehr allgemein erkennen lassen,
n im folgenden Kapitel näher besprochen werden. Der Enddarm von Rochen und
sowie die Kloake der Vögel trägt Plattenepithel (Leydig). Bei Säugern und Vögeln fin-
ch in der Schleimhaut des Darmes sehr konstant die Lieberkühn'schen Drüsen, bei
schen und Reptilien (mit Amphibien) werden sie durch die oben genannten makrosko-
n Bildungen der Schleimhaut ersetzt (Leydig). Bei Säugethieren und einigen Fischen
sich überdies Brunner'sche Drüsen, die sich am zahlreichsten im Duodenum der
enfresser finden. Bei Chimären, Rochen und Haien finden sich die analogen Drüsen
tgegengesetzten Darmende (Leydig), »fingerförmige Drüse«. Vögeln, Reptilien und den
n Fischen fehlen sie ganz. Die Peyer'schen Follikel finden sich bei den Vögeln durch
nzen Darm zerstreut. Die Muscularis des Darms ist bei der Schleie (Tinca chrysitis)
ei Cobitis fossilis quergestreift, in der Schleimhaut finden sich noch glatte Fasern.
den niedersten Wirbellosen, bei Infusorien, wo eine Mundöffnung ins Innere
mangelt öfters noch ein von der Körpersubstanz erkennbar geschiedener Darm, er
entirt nur eine kanalartige Lücke von bleibender (?) Form. Bei der Ernährung ein-
er Thiere und kontraktiler Zellen giessen sich die Protoplasmamassen um das zu
fende Körnchen herum oder dieses wird an ausgesendete Fortsätze geklebt mit diesen
Innere des Leibes hineingezogen. Unter den Infusorien (?) findet sich bei Trachelias
ein baumförmig verzweigter Kanal im Innern, der den Darmkanal vorstellt (Ehren-
A.). Bei anderen Infusorien ist Ein- und Ausgang der Darmhöhle öfters deutlicher
eine Grenzmembran abgegrenzt, oder wie man gewöhnlich zu sagen pflegt, ein unten
Oesophagus hängt in die grosse Verdauungshöhle hinein. In manchen Fällen ver-
sich auch die Grenzmembran an der Mundöffnung zu haarähnlichen Bildungen (Leydig),
ch z. B. der fischreusenähnliche Cylinder in dem Munde von Prorodon, Amphileptus
gebildet werden. Bei den Süsswasserpolypen, bei denen der Körper schon deut-
Zellen besteht, ist der Magen und Darmkanal nur durch eine innere Höhlung begrenzt
nselben kontraktilen Zellen, die den übrigen Polypenleib zusammensetzen. Bei Wur-
Strahlthieren, Mollusken und Arthropoden haben wir dagegen schon denselben Bau-
des Tractus wie bei den Wirbelthieren: bindegewebiges Schleimhautstratum (Tunica
ra), innen mit Epithel, aussen mit einer Muscularis überkleidet, die äusserlich öfters
von einem Analogon der Serosa überzogen wird. Die Epithelien des Verdauungs-
les wimpern entweder vollständig oder theilweise. Die Form der Zellen wechselt von
n rundlichen Bläschen bis zu enorm langen cylindrischen Zellen im Darm unserer
ropoden, Insekten, Krebse. Die Kutikularbildungen an der Oberfläche der Zellen
n sich hie und da zu festen, abziehbaren Häutchen aus, so im Magen von Paludina vivi-
(Leydig). Die Kutikula verdickt sich ferner lokal zu zahnartigen Kauapparaten,
die Zungenplatten und Kiefertheile der Schnecken, Tintenfische und Würmer (Zähne der
Kauapparat der Kiemenwürmer), zu den Magenzähnen der Aplysia und den Horn-
en im Magen anderer Mollusken. Die Magenzähne im Kaumagen von Oniscus, Porcellio
gen eine grössere Härte durch Einlagerung von Kalk in die Kutikularsubstanz. Bei den
alopoden sollen schlauchförmige Drüsen im Darm vorkommen, zottenartige Her-
ragungen von der Dignität der Drüsen (Bergmann und Leuckart) finden sich in der
nschleimhaut vieler Insekten. Im Chylusmagen bei Pentatoma findet sich ein Abschnitt,
elchen vier Reihen eng mit einander verbundener Drüsenreihen einmünden (v. Siebold).
sere blindsackartige Anhänge finden sich wohl meist von der Dignität der Drüsen bei einer
hl von Wirbellosen, z. B. der Blindsack am Magenausgang der Cephalopoden. Einer-
fehlt bei einigen die Muscularis des Darms, andererseits ist sie bei Insekten, Spinnen

und Krebsen meist quergestreift. Die Serose des Darms flimmert bei den
Echinodermen, sowie bei Aphrodite aculeata. Die Stelle des Mesenterium
den Insekten der Fettkörper (Leydig).

Ueber Entwickelungsgeschichte des Darms vergleiche man bei Ma

Zur ärztlichen Untersuchung vergleiche man unten bei Koth.

Pankreas.

Das wichtigste Sekret das sich in den Dünndarm ergiesst, ist das d
speicheldrüse, des Pankreas.

Das Pankreas ist wie die Speicheldrüsen eine zusammengesetz
förmige Drüse. Ihre Lappen und Läppchen lösen sich in mikroskopisc
bläschen auf, welche eine Membrana propria besitzen, und im
Pflasterzellen ausgekleidet sind, welche sich durch den Fettreicht
Inhaltes auszeichnen. Die Ausführungsgänge der Bläschen sowie der
führungsgang der Drüse: der Ductus Wirsungianus besitzt C
thel. An seinen Wänden sitzen kleine Drüschen an, welche im
möglicherweise auch in der Funktion mit der Bauchspeicheldrüse ü
men. E. H. Weber, Langerhans, Pflüger, Ewald und Giannuzzi gebe
in den Acinis des Pankreas ein System äusserst feiner Kanälchen existi
die einzelnen sekretorischen Elemente des Acinus umspinnen. D
dieses Netzes umspannen 1—5 Drüsenzellen. Der Uebergang der fein
weiteren Ausführungsgänge geschieht häufig ganz plötzlich. Das Ve
feinsten Gänge scheint d
schen den Leberzelle
Ausser dem Wirsung'sc
besitzt die Drüse noch
neren Ausführungskanal
dem Kopfe der Drüse e
nachdem er sich mit d
gange durch einen Seiten
bunden, entweder über
der Einmündungstelle
seinen Inhalt in den Dar
Bei Unterbindungsvers
Pankreasausführungsgan
Zwecke, sein Sekret von
verdauung auszuschlies
sowohl dieser zweite Ga
von Bernard beschrieben
Nebendrüsen des
berücksichtigt werden,
nach Klob auch beim Me
den. Nach Zenker sitzen
der Darmwand selbst.
lichen Blutgefässe des Pankreas stimmen in ihrer Verbreitun
denen der Speicheldrüsen überein (Fig. 72.). Die sehr reichlichen

Fig. 72.



Gefässe des Pankreas des Kaninchens. Vergr. 45.

om Sympathicus treten an den feinen Ausführungsgängen in zahl-lien. Pflüger fand reichlich markhaltige Nervenfasern in dem Pan-urchaus ebenso in den ausgebildeten Alveolen desselben endigen, wie Speicheldrüsen.

ist über den Nerveneinfluss auf die Bauchspeichel-Absonannt, welche etwa 5—6 Stunden nach der Nahrungsaufnahme eintritt. durch sensible Reize der Magenschleimhaut (z. B. Aether) reflektorisch werden. Nahrungsaufnahme steigert sie. Wie alle arbeitenden Or-ie bei ihrer Thätigkeit in der Verdauung einen gesteigerten Blutzufluss. e im nüchternen Zustande schlaff und weisslich ist, schwillt sie wäh-rdauung an und bekommt von den gefüllten Gefässen ein rothes An-geht daraus hervor, dass das Rohmaterial für die Drüsenabsonderung geliefert wird; es unterliegt aber keinem Zweifel, dass auch hier die n es sind, welche das an sich indifferente Material zu dem eigen-Drüsensekrete verarbeiten.

g des centralen Vagusendes soll (nach Ludwig und Bernstein) die Se-heben, ebenso Erbrechen (Bernard). Nach Durchschneiden der Ge-scheint eine parlytische Sekretion einzutreten.

Der Bauchspeichel.

len Beobachtungen von Bidder und Schmidt und Cl. Bernard ist der hel, welcher aus frisch bei einem Hunde angelegten Fisteln des Wir-Ganges gewonnen wurde, eine stark klebrige Flüssigkeit, ohne mor-Bestandtheile, klar, farblos, alkalisch, von salzigem Geschmack. Die ndtheile betragen zwischen 10—12 %. Die Natronsalze überwie-Asche ähnlich wie in der des Blutserums.

einer Analyse Schmidt's betrugen die festen Stoffe im Pankreassafte 9,9 %; die Asche betrug 8,54 pro mill; sie bestand aus:

schwefelsauerem Kali	0,02
,, Natron	0,10
Chlornatrium	7,36
phosphorsauerem Natron	0,45
Natron	0,32
Kalk	0,22
Magnesia	0,05
Eisenoxyd	0,02

lso von den 8,54 pr. M. nur 0,31 pr. M. andere Substanzen als Natron-gen. Der Saft giebt alle Reaktionen einer alkalischen Lösung der fe. Daneben enthält er auch durch Essigsäure fällbares Kalialbumi-oagulirt durch Erhitzen.

Beobachter (Ludwig, Weinmann) haben an Saft aus permanent bestehenden e weit geringere Koncentration beobachtet nur etwa 5 % im Mittel feste Stoffe und rechend auch einen geringeren Gehalt an Salzen. Ludwig beobachtete, dass die ion des Bauchspeichels mit der zunehmenden Absonderungsgrösse in der Zeit je mehr Saft abgesondert wird, desto weniger feste Stoffe enthält er. Die Ver-iten in der Saftkoncentration an temporären und permanenten Fisteln ist eine n regelmässige Erscheinung.

Legt man eine Pankreasfistel 5—9 Stunden nach reichlicher Nahrungsaufnahm sich der ausfliessende Saft zähflüssig. Es hängt dieses wie es scheint mit der obe Röthung der Drüse durch die gesteigerte Blutzufuhr zusammen. Denn aus der bl erhält man aus Fisteln, die nach der 9. Stunde nach der Nahrungsaufnahme an den, stets nur einen dünnflüssigen Saft, der aber auch durch eingenommene N mals die erwähnte dickliche Beschaffenheit des normalen Bauchspeichels entha hauptet, dass die Drüse mit einer permanenten Fistel sich nicht mehr röthen soll. Saft zeigt nicht alle die specifischen Wirkungen des dickflüssigen.

Die Menge des abgesonderten Pankreassekretes beträgt bei einem gro während der Verdauung etwa 2 Gramm. Nach BIDDER und SCHMIDT's Rechnung w die Absonderung bei dem Menschen soll die Absonderung bei 64 Kilogramm M etwa 150 Gramm Bauchspeichel mit 15 Gramm festen Stoffen betragen. Es s Angabe zu hoch, da nach BERNARD die Drüse nur während der Verdauung stärke

An Stoffen fanden sich im Gewebssaft, wobei eine Isolirung des etwa in den A gängen enthaltenen Sekretes nicht möglich war: Wasser, lösliches Albu ein, Guanin, Xanthin, Milchsäure, flüchtige Fettsäuren (?), l Fette, anorganische Salze.

Das Leucin (VIRCHOW) findet sich in der Bauchspeicheldrüse in reichlichere in irgend einem anderen drüsigen Organe. Aus Pankreas vom Ochsen erhielt Sch der feuchten Drüse Leucin. Es ist auch in der frischen lebenden Drüse enthalte selbe Forscher nachweisen konnte. Das Tyrosin ist in ihr in weit geringerer handen.

Die quantitative Zusammensetzung der Drüse veranschaulicht etwa folgende

Wasser	745,33	OIDMANN
organische Stoffe	248,77	
anorganische Stoffe	9,50	
Leucin	1,77	SCHERER
Xanthin	0,0166	
Guanin	0,0122	

Die grösste Menge der organischen Stoffe besteht aus Eiweiss und Fetten.

Nach E. BISCHOFF betrug der Gehalt eines Pankreas von einem Hingerichtet Stoffen: 17,386%, an Wasser: 82,613%.

Wirkung des Bauchspeichels.

Man war geneigt, den Eiweissstoffen des Saftes die fermentartigen des Bauchspeichels zuzuschreiben; jetzt scheint es wahrscheinlicher, d ihrer Wirksamkeit erschlossenen Fermente des Pankreas keine Eiw sind. Jedenfalls sind es mehrere Fermente, die sich durch Wasser aus theten Pankreas ausziehen lassen. Zwei wurden durch COHNHEIM und ziemlich rein (?) dargestellt. WITTIG ist es gelungen durch einen Gly die beiden Pankreasfermente, das diastatische (Zucker-bildende) und tische (Pepton-bildende) Ferment zu gewinnen.

Die Funktionen des pankreatischen Sekretes bestehen in:

1) Umwandlung von Stärkemehl in Zucker,
2) Verdauung der Eiweisssubstanzen, der leimgeben webe und des Leims zu Peptonen und
3) in Vorbereitung des Fettes zur Aufnahme in die gefässe.

ist bemerkenswerth, dass die Wirkung des Bauchspeichels den Verände- die man durch Kochen (mit Mineralsäuren) hervorrufen kann, analog ist. Fähigkeit der Umwandlung der Stärke in Zucker besitzt der Bauch- in noch weit höherem Maasse als der Mundspeichel, worauf besonders NARD aufmerksam machte. Durch den Bauchspeichel wird nicht nur ge- sondern auch rohe Stärke verdaut. Bei 35°C. ist die Wirkung momentan, derer Temperatur immer noch sehr rasch. Alle Einflüsse die wir hindernd fördernd auf die Mundspeichelwirkung fanden, haben die gleiche Wirkung Pankreassekret. BIDDER und SCHMIDT haben beweisen können, dass diese bildung fortgeht, unbeeinträchtigt von der Anwesenheit von Galle und Magensaft. Die Stärke, welche also nicht schon im Munde und im saueren Mageninhalte durch den Mundspeichel in Zucker verwandelt findet in dem Bauchspeichel noch ein weiteres Umwandlungsagens vor, vielleicht noch durch den Darmsaft unterstützt wird.

s Zuckerbildungsvermögen kann das Pankreas bei den Carnivoren wenig- n wilden Zustande, in welchem sie keine stärkemehlhaltige Nahrung ge- , nicht bethätigen, trotzdem findet sich die Drüse auch bei ihnen in bedeu- Grössenentwickelung vor, zum Beweise, dass ihre zweite, von CORVISART irte Funktion: die Verdauung von Eiweisskörpern an Wichtigkeit der annten nicht nachsteht.

iese Fähigkeit des Bauchspeichels war lange Gegenstand der Kontroverse, e Autor konnte sie bestätigen, der andere fand an Stelle der beschriebenen ungsvorgänge nur Fäulniss. Die neueren Untersuchungen, besonders die ISSNER, haben über allen Zweifel erhoben, dass durch Einwirkung von as-Extrakt die Ueberführung der Eiweissstoffe in Peptone gelingt, aber nur wenn das zu dem Versuche verwendete Pankreas von einem während nkreas-Verdauung geschlachteten Thiere stammt. Wie sich SCHIFF kt, ist nur während der Verdauung das Pankreas mit seinen Fermenten n. Wie wir uns diesen Ladungsvorgang vorstellen sollen, ist noch nicht lt. Nach SCHIFF wäre die Anwesenheit des Dextrin's in der aufgenomme- hrung eines der Anregungsmittel, wie er dasselbe auch bei der Pepsin- g des Magens annimmt.

ach MEISSNER's Versuchen sollten nur in schwachsauren Flüssigkeiten die skörper ohne vorausgehende Parapeptonbildung, zu Peptonen und zwar zu ben wie durch die Einwirkung des Magensaftes sich lösen. Andere, beson- ORVISART sahen die Lösung auch in schwach alkalischen oder neutralen keiten eintreten. Nach CORVISART löst der Pankreassaft auch leimgebendes e und Leim zu einer nicht mehr gelatinirenden Flüssigkeit.

euerdings behauptete man, dass die Eiweissverdauung durch Bauchspeichel ei alkalischer Reaktion erfolge und zwar ohne vorhergehendes Aufquellen rdauten Substanzen (DANILEWSKY).

a BERNARD an dem Bauchspeichel auch eine Einwirkung auf die Fettver- g entdeckte, so machte er das Pankreas zum Faktotum der Verdauung.

ie Behauptung BERNARD's stützt sich zunächst darauf, dass jeder Bauch- el mit flüssigem Fett geschüttelt eine ausnehmend feine Emulsion, Fettstaub , aus der sich die minimalen Fetttröpfchen nicht wieder abscheiden. Diese hen sind so fein, dass man annehmen zu dürfen glaubt, dass sie als solche

die supponirten Membranlücken in und zwischen den den Darm aus
Zellen durchsetzen können.

Die Frage, wie das Fett in die Lymphgefässe hereingelange, dur
Wasser getränkten Gewebe hindurch, mit denen es sich ebenso we
wie ein Oeltropfen in ein mit Wasser befeuchtetes Papier eindringt, h
Untersuchungen hervorgerufen.

Es ist klar, dass man sich denken kann, dass wenn nur die Fe
möglichst klein sind, sie durch die feinen Porenöffnungen der Zellen d
welch letztere Brücke sogar ohne Zellmembran an der Darmoberfläche
eingepresst werden könnten. In dieser Hinsicht ist also das Emulsion
des Bauchspeichels von Wichtigkeit geworden. Man hat gezeigt, das
Galle und der Darmsaft wie alle dünnflüssigen Sekrete dieses Vermög
doch nicht so klein scheinen die von ihnen zertheilten Fetttröpfchen zu

Man könnte sich andererseits vorstellen, dass das Fett, um aufge
werden, in eine mit Wasser mischbare Modifikation, Seife, übergefüh
könnte, welche die Gewebe durchsetzt und sich in der Lymphbahn
wahres Fett findet, erst wieder in Fett umwandelte.

Bernard hat auch weiter gefunden, dass die Substanz der Bauc
drüse, auch der blassen, (Eberle) und das Sekret derselben die neut
zerlegt unter Bildung von Fettsäuren, sodass also Gelegenheit zu
seifung der Fette gegeben ist, wodurch sie das geforderte Vermögen,
sich zu mischen, erhalten würden. Indem die Fettsäuren durch das
sekret in Seifen umgewandelt werden, deren Eigenschaft es ist, sich
mit Fett und Wasser zu mischen, so müssen diese Seifen, ganz in
Weise die Fettaufnahme im Darm ermöglichen, wie wir das von der
erfahren werden. Indem die Seifenlösungen die Darmschleimhaut und
durchtränkt, ermöglichen sie dem Fett den Durchtritt durch diese H
(cf. Galle). Die Wirkung des Pankreassaftes ist sonach, indem er Sei
der Wirkung der Galle für die Fettaufnahme im Darm ganz analog.

Durch Zerstörungen des Pankreas an lebenden Thieren suchte B
Annahme zu stützen, dass der Bauchspeichel zur Fettverdauung un
erforderlich sei. Andere Autoren konnten die für seine Ansicht positive
nicht bestätigen. Bernard machte dagegen auf die möglichen Fehler be
suchen aufmerksam: der zweite Gang der Drüse, der nach Unterbi
Hauptganges noch Saft in den Darm führen konnte, die Nebenpankrea
nach der Zerstörung des Hauptorganes noch fort funktioniren.

Wir kommen bei der Frage nach der Resorption auf die Pankr
zurück.

Kühne und Senator beobachteten, dass nach einiger Zeit der Einw
Bauchspeichels die Peptone noch weiter gespalten werden zu Leucin u
und zu unbekannten Extraktivstoffen, von denen einer sich mit Cl
färbt, ein anderer (Indol Kühne's) fäcal riecht. Diese Processe sollen
Charakter der Fäulniss tragen.

Das Leimpepton liefert bei dieser weiteren Zersetzung anstatt d
Glycin neben Leucin und Ammoniak.

Den künstlichen Pankreassaft erhält man durch wässrig
der Drüsensubstanz am besten von Hunden, die man in der Zeit der

eit (am besten 5—6 Stunden nach der Nahrungsaufnahme) geschlachtet hat. dieser Zeit ist der Drüsenaufguss theilweise unwirksam.

istorische Bemerkungen. — Schon 1664 fing REGNER DE GRAAFF den pankreatischen Saft undes auf, den er klar und wenig klebrig fand. Er war dazu veranlasst worden durch hauptung seines Meisters F. SYLVIUS (DE LA BOË) (Mitte des 16. Jahrhunderts), dass der reassaft eine Säure sei, welche, das Alkali der Galle sättigend, ein »Aufbrausen« bewirken te, eine Erscheinung, die man damals als eine sowohl in der lebenden als todten Natur sächlich wirkende Kraft (Gährung) betrachtete. MAYER und MAGENDIE untersuchten den nauer, ebenso TIEDEMANN und GMELIN; sie fanden ihn alkalisch, reich an festen Betheilen und gerinnbar in der Hitze. LEURET und LASSAIGNE fanden ihn alkalisch und Mundspeichel ähnlich. VALENTIN beschreibt zuerst, dass der Bauchspeichel die Eigen- besitzt, Stärkemehl schnell in Zucker umzuwandeln. EBERLE beobachtete vor BERNARD igenschaft des Bauchspeichels mit Fetten feine Emulsionen zu bilden. BERNARD's Unterngen über den Bauchspeichel waren besonders erfolgreich. Er schrieb ihm, trotz rer negativer Resultate von FRERICHS, BIDDER und SCHMIDT, Wirkung auf Eiweisskörper Verbindung mit der Galle). CORVISART (1857—58) bewies die Eiweissverdauung durch eassekret, in welchem er ein Ferment: Pankreatin annimmt, trotz der gegentheiligen uptungen von KEFERSTEIN und HALLWACHS. In neuester Zeit lernte man die Erfolge der easverdauung regelmässig hervorbringen (KÜHNE, BERNARD).

ur Entwickelungsgeschichte. — Bei dem Hühnchen ist (REMAK u. A.) die erste Anlage des eas (65ste Brütstunde) eine kleine solide Wucherung der hinteren Darmwand in der des linken primitiven Lebergangs, an welcher sich vor allem die Epithelialschichte des s betheiligt. Bald entwickelt sich eine kleine in den Darm mündende Höhle in dieser g. Die weitere Entwickelung geschieht nach dem Typus der Entwickelung der eldrüsen. Die Epithelialschicht der Pankreasanlage treibt zunächst solide Sprossen, der Folge hohl werden. BISCHOFF sah das Pankreas an einem 7‴ langen Rindsembryo n gabelförmig getheiltes Stück Drüsenkanal. Bei einem 8‴ langen war der Drüsenrundum mit einer Anzahl (12—14) rundlicher Anschwellungen besetzt, sodass das Geeiner Dolde glich. KÖLLIKER beobachtete das Pankreas bei einem 4 Wochen alten Menschenryo. Es war ein weiterer Gang, an den sich ebenfalls schon hohle Nebengängchen (7) tzten, die in solide Knospen endigten. Nach BISCHOFF entwickelte sich Bauchspeichel- nd Milz aus einer anfangs vollkommen verschmolzenen Bildungsgrundlage.

ur vergleichenden Anatomie. — Die Bauchspeicheldrüse ist meist vielfach gelappt. Bei hibien, Reptilien und Vögeln ist sie kompakter, bei Nagern häufig in grössere Lappen eilt (Maulwurf). Nicht selten kommen zwei Ausführungsgänge vor bei Schildkröten, odilen, Vögeln (Taube und Huhn haben drei), einigen Säugethieren, die getrennt von oder ausmünden; einer verbindet sich dann meist mit dem Ductus hepato-entericus ENBAUER, LEYDIG u. A.). Unter den Wirbellosen findet sich nur bei den Cephalopoden deutliches Pankreas. Es besteht bald aus »Blinddärmchen«, bald aus Bäumchen mit benförmig anhängenden Endknospen (H. MÜLLER).

ur ärztlichen Untersuchung. — Im WIRSUNG'schen Gang kommen hie und da Concremente LEHMANN fand ein solches in der Hauptmasse aus geronnenem Albuminat bestehend, erdem enthielt es nur wenig kohlensaueren und phosphorsaueren Kalk. Nach O. HENRY GOLDING-BIRD können die stickstoffhaltigen organischen Bestandtheile hinter die anorgahen zurücktreten (7%, 16%). Die Hauptmasse bildet dann phosphorsauerer Kalk (67% %), und kohlensauerer Kalk (3%—16%), nebst Spuren von löslichen Salzen.

Man hat die Bauchspeicheldrüse bei Hunden ganz oder theilweise zerstört und wollte, dass ihre Verdauung und ihre Gesundheit gelitten hätte, nur grössere Gefrässigkeit bachtet haben.

Die Leber.

Die Hauptwirkung bei der Fettverdauung scheint dem Sekrete der der Galle zuzugehören.

Die Leber ist die grösste Drüse des menschlichen Organismus.

Aeusserlich ist das dunkelbraune, im normalen Zustande gleichm färbte, im Leben brüchige Leberparenchym mit einer bindegewebigen H Glisson'schen Kapsel überzogen, welche fast überall noch eine zweite Hül das Bauchfell erhält.

Der Hauptunterschied der Leber von den übrigen Drüsen mit Ausf gängen besteht darin, dass sie sich nicht in von einander getrennte L scheiden lässt, von denen jedes, seinen eigenen getrennten Ausführu besitzt, und die mit einander nur durch Bindegewebe vereinigt sind. Da dernde Gewebe sowie das Netz der Kapillargefässe stehen in der m lichen Leber überall in direkter Verbindung.

Anders erscheint dieses bei den Lebern des Eisbären und des Schwe welchen Thieren eine Trennung des Lebergewebes in einzelne, mit fre sichtbare Läppchen oder Inselchen durch dazwischentretendes Bind besteht.

E. H. Weber hat zuerst gezeigt, dass dieses letztgenannte Verhalten menschlichen Leber nicht getheilt wird, wenn auch häufig genug krankh änderungen der Drüse ein nach dieser Richtung zu deutendes Verhalten schen. Nirgends tritt Bindegewebe in so grosser Menge in die menschlic ein, um eine Sonderung in Läppchen oder Inselchen zu Stande kommen z Trotzdem behaupten auch in der menschlichen Leber kleine Gewebsa etwa von der Grösse der Leberläppchen des Schweines — $^1/_3$ bis 1''' eine gewisse Selbständigkeit.

Man hat auch sie mit dem Namen Leberläppchen oder Lebe chen belegt.

Die Selbständigkeit, die Individualisirung der Leberläppchen liegt in der Anordnung ihrer Gefässe.

Die Leber bekommt nicht nur aus einer Quelle Blut zugeführt. A Arteria hepatica, die vor allem zur Ernährung des eigentlichen Le chyms (Gefässen, Gallengängen, Nerven etc.) dient (Hering), erhält Blut aus dem Venenstamm der Pfortader, die sich aus den Kapill des Magens, der Milz und der Gedärme etc. bildet. Sie löst sich in der einem zweiten Kapillarnetze auf, sodass der Blutstrom in ihr ungemei werden muss. Wir haben also drei Lebergefässarten zu unterscheid zuführende Gefässe: Arteria hepatica und Vena portae und die abführe fässe: die Lebervenen, Venae hepaticae.

Um die Läppchen herum verlaufen feine Pfortaderzweige: V terlobulares, welche ein reiches Kapillarnetz in das Innere der senden. Dort verbinden sie sich mit den arteriellen Kapillaren, der Stämmchen auch im Umfange der Läppchen verlaufen, und ergiessen ihr tes Blut in ein grösseres Aestchen der Lebervene: Vena centralis tralobularis, welche regelmässig in der Mitte jedes Läppchens sich fi

die kleinsten zu- und abführenden Gefässstämmchen durch die ganze
lurch in regelmässigen Abständen von einander, und wenn auch die
r einzelnen Läppchen überall in direkter Verbindung mit einander
lässt sich eine aus ihrer regelmässig wiederkehrenden Anordnung fol-
ständigkeit der einzelnen Gefässbezirke nicht verkennen.

inen gallenabführenden Gänge schliessen sich an die Pfortaderstämm-
Venae interlobulares an und betheiligen sich damit an der schärferen
g der Läppchen, sodass jedes derselben von einem reichen Gefässnetz
ponnen wird. Zwischen diesen Gefässen, den übrig bleibenden Raum
von den Lymphgefässen ausfüllend, befindet sich das eigentlich ab-
Gewebe der Leber: das sich aus den **Leberzellen** und den **Gallen-
en** zusammensetzt.

id unregelmässig geformte, durch Druck abgeplattete Zellen, mit einem
n sehr eiweissreichen, gelblichen Protoplasma, in welchem sich ein
nder, bläschenförmiger Zellenkern mit einem oder zwei Kernkörperchen
ässt (Fig. 73.). In dem Inhalte
inden sich regelmässig grössere
re **Fetttröpfchen** und gelb-
arbstoffkörnchen. Beson-
athologischen Veränderungen,
bei der reichlichen Zufuhr von
Nahrung z. B. bei säugenden
det sich eine bedeutende An-
on Fett in den Zellen, die
n die einzelnen kleinen Tröpf-
rösseren Fetttropfen zusam-
en sind, fast das Ansehen von
des Bindegewebes erhalten
'ig. 74.). Die Membran der
n ist undeutlich; isolirt zei-
enden Zellen langsame amö-
egungen (Leuckart).
rkenntniss der Anordnung der
n innerhalb der Läppchen
t in der neuesten Zeit gelungen.
ellen liegen mit ihren abge-
'lächen direkt neben einander
ein solides Netzwerk. Schabt
Substanz von der Leber ab,
nt man stets neben ganz iso-
len noch Bruchstücke dieses
s zu sehen. Besonders regel-
das Zellennetz um die Cen-
erum, wo man eine wirk-
lenförmige Anordnung trifft
Die Decke der Zellennetze
in der Breite nach den Zwi-



Fig. 73.

Leberzellen des Menschen; *a* einkernige, *b* eine mit doppeltem Nucleus.

Fig. 74.

Zellen der Fettleber; *a*, *b* mit kleineren Fettmolekülen und Tröpfchen; *c*, *d* mit grossen Tropfen.

Fig. 75.

Leberläppchen eines 10jährigen Knaben (Copie nach Ecker) mit dem Querschnitt des centralen Lebervenenstämmchens.

schenräumen, welche die Kapillaren zwischen sich lassen, manchmal beste
nur aus einer Zellenreihe hinter einander, manchmal sind sie 2—5 Zelle
stets aber ist ihre Form ganz unregelmässig, was sich mit Nothwendigkeit
ungleichmässigen Vertheilung der Kapillaren und ihrer Zwischenräume

Es schien am einfachsten, anzunehmen, dass wie an anderen Drüs
bei der Leber die absondernden Zellen in eine Hülle eingeschlossen, die
die Gallengänge mündete, als Epithel stünden.

Nach Beale, Kölliker u. A. findet sich eine analoge Anordnung wirk

Die Gallengänge gehen, wie schon lange bekannt ist, in Begleitung d
ader- und der Leberarterienzweige in das Innere des Lebergewebes ein
sie sich baumförmig verästeln, erreichen sie endlich die Läppchen, wo s
einem zarten Netzwerke in dem Läppchenumkreise auflösen, nachdem s
fast ohne alle gegenseitige Verbindung mit einander verliefen. Von die
flechte gehen dann feinste Gefässchen an die Läppchen heran.

Die letztgenannten Forscher nahmen an, dass die Verbindung der
Gallengefässe und der Leberzellen dadurch bewirkt wird, dass sich e
Hülle von den Gallengängen her über die Leberzellen hinwegzieht, soda
zellenhaltige zarte Röhren erscheinen, was besonders bei Lebern von Em
deutlich sei. Bei Lebern von Erwachsenen liesse sich die Hülle um die Le
nur an den Ansatzstellen der Zellenröhren an die Gallengefässe noch nac
weiterhin verschmelze sie untrennbar mit den Membranen der Gefässe.

Die feinsten wirklichen Gallengänge im Läppchenumkreis haben
einen Durchmesser von 0,005—0,007‴.

Beale gab an, dass die Leberzellen die ganze Höhlung, welche vo
umschliessenden feinen Hülle — einer Membrana propria — gebildet wir
vollkommen ausfüllen, sodass zwischen ihnen Platz für den Abflu
ihnen gebildeten Sekretes bleibt (Gallenkapillaren).

Fig. 76.



Gallenkapillaren der Kaninchenleber. 1 Ein Theil eines Läppchens, a Vena hepatica; b Pfortaderast; c Gallengänge; d Kapillaren; e Gallenkapillaren. 2 Die Gallenkapillaren (b) in ihrem Verhalten zu den Haargefässen der Blutbahn (a). 3 Gallenkapillaren in ihrer Anordnung zu den Leberzellen. a Kapillaren; b Leberzellen; c Gallengängchen; d Haargefässe der Blutbahn.

Auf Gerlach
achtungen basiren
deckungen von Be
drêjevic, Mac Gil
Chrzonszczewsky,
ste Gallengänge:
kapillaren in
chen und zwische
berzellen hereintr
sind Kanälchen vo
ster Feinheit (b
ninchen 0,0011-
messend) und la
bische Maschenrä
der Grösse der Le
Sie verlaufen nic
Kanten, sondern
den Scheidewä
Leberzellen (Herı
ihr Hohlraum meist von zwei Zellen gebildet wird.

e dickeren Lebergallengänge bestehen aus Bindegewebe mit elastischen mit Cylinderepithel bekleidet, an den grösseren Gallengängen zeigen sich che Muskelfasern (HENLE, nach HEIDENHAIN auch an den mittelweiten Gän-lie aber nur an der Gallenblase zu einer dünnen Muskelschichte werden. nsten Gallengänge haben nur eine strukturlose Hülle und Epithelium. hat den Zusammenhang zwischen den Gallengängen und Gallenkapillaren , sowie das Verhalten der Leberzellen zu denselben. Die Lichtung der Gallengänge geht ohne erhebliche Minderung ihres Durchmessers unmit-in die intralobularen Gallenwege oder Gallenkapillaren über. Hier wech-Gänge das Epithel. Unmittelbar an die Hohlräume zwischen den Leber-Gallenkapillaren), deren Epithel also die Leberzellen (gleichsam) darstellen, las Epithel der kleinsten Gallengänge (LEYDIG) aus kleinen Zellen bestehend, r zuweilen an der Stelle des Uebergangs etwas vergrössert erscheinen. ER hat HERING's Angaben bestätigt, die mit seinen und BEALE's älteren sich reinigen lassen.

den Gallenwegen findet sich eine Menge kleiner traubenförmiger Schleim-en: die Gallengangdrüsen (KÖLLIKER, RIESS). LUSCHKA zeigte ihr Vor-en auch in der Gallenblase.

ie Leber ist reich an Lymphgefässen, die ein oberflächliches und tieferes m sie spinnen und die Pfortader bis in die Läppchen begleiten. Hier setzen h fort in ein das ganze Läppchen durchstrickendes viertes Netzwerk lym-cher Gänge. Alle Kapillaren der Blutbahn sollen nämlich von einem Lymph-umscheidet werden. Die Leberzellen grenzen mit einem Theil ihrer Ober-auch an diese interlobulären Lymphräume (MAC GILLAVRY), welche HERING nstprodukte hält.

ie zahlreichen Nerven der Leber, die vom Sympathicus — Plexus coe-— und Vagus stammen, sind in ihrem Verhalten im Innern der Drüse, in e sie mit den Arterien eindringen, neuerdings von PFLÜGER erforscht. Sie ehr reichlich, enthalten viele Ganglienzellen. Mit den Leberzellen treten markhaltige Nervenfasern durch feine in die Zellen eintretende Fibrillen rbindung, theils Bündel feinster Fasern. Das Verhalten erinnert sehr an r Speicheldrüse.

Chemische Bestandtheile der Leberzellen.

ie Leber als die grösste Drüse des Organismus war vielfältig Gegenstand ender chemischer Untersuchung. Man hat in ihr (BERNARD, HENSEN) einen übrigen Organen des Erwachsenden sonst nicht oder nur in geringer vorkommenden Stoff, zweifellos ein Produkt ihrer Zellenthätigkeit, in grosser aufgefunden, das Glykogen, das sich unter denselben Bedingungen wie in Zucker verwandelt.

nter den Bestandtheilen, die man nach der Ausprützung des Blutes bei hster Vermeidung kadaveröser Zersetzungen (durch Abkühlen auf die Tem-r des schmelzenden Eises oder durch Erhitzen auf 100°C.) aus der Leber nt, steht quantitativ neben dem Eiweiss, das in den kalten wässerigen kt in grossen Mengen übergeht, das Glykogen obenan. Daneben findet eist noch eine grössere oder geringere absolut aber immer kleine Quantität

von wahrem Zucker, was MEISSNER für ganz frische Leber leugnet, u
cifische Gallenbestandtheile, von denen es zweifelhaft bleibt, ob
dem Zelleninhalte oder aus den Gallengängen stammen, die nicht entleert
konnten.

Das Glykogen wird entweder als schneeweisses, lockeres Pulver oder
gummiartige Masse gewonnen. Seine elementare Zusammensetzung lässt es nach
BERANEZ, ARJOHS, PELOUZE als ein wahres Kohlehydrat erscheinen, das sich von St
unterscheidet: $C_6 H_{10} O_5$. Doch scheint es verschiedene Wassermengen chemis
zu können, denn die Analysen verschieden dargestellter Präparate ergaben neben
genannten auch wasserreichere Formeln:

$$C_6 H_{12} O_6$$
$$C_6 H_{14} O_7$$

Die Lösung des Glycogens im Wasser ist milchig trüb, mit Jod nimmt es tief
an (wie die Stärkeart: Inulin); es reducirt Kupferoxyd in alkalischer Lösung nicht
sich also vom Traubenzucker leicht unterscheiden lässt (S. 68).

Kochen mit verdünnter Schwefelsäure oder Salzsäure, Speichel, pankrea
verwandeln das Glycogen zuerst in einen dem Dextrin ähnlichen Stoff, dann i
zucker. Dasselbe thut kaltgewonnenes wässeriges Leberextrakt und Blutserum,
in diesen ein zuckerbildendes Ferment wie in den Speicheldrüsen und dem P
nehmen müssen, das v. WITTICH auch isolirte. Das animalische Dextrin, d
des Zuckers, stellte LIMPRICHT aus Pferdelebern dar.

Es erscheint nach dem Gesagten als keine gewagte Behauptung, wenn man
Leberextrakte gefundenen Zucker von der Umwandlung des Glykogens ablei

Lässt man ausgeschnittene, frische Lebern einige Zeit liegen, so entsteht i
ohne Ausnahme Zucker in reichlicher Menge, zum Beweise dass das zuckerbilde
in der lebenden Leber schon enthalten sei.

Nicht selten findet sich aber in der ganz frischen, dem eben getödteten Thi
menen Leber neben dem Glykogen gar kein Zucker vor. Es darf dieses aber
deutet werden, als ob der Zucker überhaupt erst ein Produkt kadaveröser Ze
Leber sei (PAVY, MEISSNER).

BERNARD zeigte, dass das Pfortaderblut keinen Zucker enthalte, dagegen b
venenblut stets zuckerhaltig. Es scheint diese Beobachtung kaum eine ande
zuzulassen als die, dass dieser Zucker aus der Leber stammt. Erst wenn die
Beobachtug als unrichtig erwiesen wäre, was bisher noch nicht mit Sicherhe
ist, würden wir gezwungen sein, den Gedanken einer Zuckerbildung währen
aufzugeben.

Die Glykogenmenge in der Leber steht unter Beeinflussung der Nahrung
(R. MAC-DONNEL und TSCHERINOFF). Am reichlichsten ist sie bei einer Nahrun
oder Zucker mit Albuminaten. Fettfreies Fleisch, Leim genügen, um in der Le
hervorzubringen, während es aber bei der erst genannten Nahrungsweise bei
zu 12% des Lebergewichtes ansteigen kann, beträgt es bei der zweiten nur 1,7
hungerten Thieren kann es in der Leber gänzlich fehlen. Einige Stunden nach d
aufnahme ist der Glykogengehalt der Leber am grössten, dann nimmt er ab
gewicht mit dem Glykogen steigt bei Fütterung mit Amylaceen (M'DONNEL).

Ausser in der Leber der Erwachsenen ist das Glykogen auch in den Organe
den Muskeln von Embryonen nachgewiesen worden (BERNARD, KÜHNE), aus d
Zeit nach der Geburt fast vollkommen verschwindet, um dann wenigstens in den M
einen wahren Zucker (MEISSNER, J. RANKE) ersetzt zu werden. In den Muskeln
Thiere fand es M'DONNEL. Dextrin stellte LIMPRICHT aus dem Fleisch junger P

Das Eiweiss ist in den Leberzellen zum Theil als Kalialbuminat enthal
beim Ansäueren mit Essigsäure heraus. Dasselbe findet statt bei der nach d

äuerung des im Leben alkalischen Gewebssaftes der Leber. Die Säuerung ge- in den Muskeln durch das Auftreten von Milchsäure, die von verschiedenen in den Lebern der Menschen und Thiere nachgewiesen wurde. Durch die Ge- Albuminats wird die Leber ganz ähnlich todtenstarr wie der Muskel, wodurch brüchig, fester erscheint. Es betheiligt sich an dem Starrwerden der Leber- er auch das bei der Abkühlung festwerdende Fett der Leberzellen.

te der Leber sind noch wenig untersucht, es finden sich, neben anderen noch en, stets Oleïn, Stearin und Palmitin. v. BIBRA fand Spuren von Chole- Leberextrakt.

ure, Sarkin und Xanthin scheinen (SCHERER, CLÖTTA, STÄDELER) stets im t zu sein; ebenso eine bedeutende Menge von Harnstoff (HEINSIUS, MEISSNER).

and in der Leber eines in Folge eines Sturzes plötzlich gestorbenen Mannes folgende etzung, die als Beispiel der normalen quantitativen Verhältnisse dienen kann:

Wasser	761,7
feste Stoffe . . .	238,3
unlösliches Gewebe	94,4
lösliches Albumin	24,0
Glutin	33,7
Extraktivstoffe . .	60,7
Fett	25,0

he der Leber stimmt ziemlich genau mit der Fleischasche überein, doch über- Kalisalze etwas weniger über die Natronsalze als im Fleische, was auf einen n Blutgehalt in der untersuchten Drüse deutet. In 100 Theilen Asche der Leber es fand OIDTMANN:

Kali	25,23
Natron . . .	14,51
Magnesia . .	0,20
Kalk.	3,61
Chlor	2,58
Phosphorsäure	50,18
Schwefelsäure	0,92
Kieselsäure .	0,27
Eisenoxyd . .	2,34
Manganoxydul	0,10
Kupferoxyd .	0,05
Bleioxyd . .	0,01
	100,00

nd Blei finden sich fast regelmässig in der Asche der Menschenleber.

Theil der in der Leber aufgefundenen Stoffe geht in das Sekret derselben, in die nd kommt dadurch für die Lehre von der Verdauung in Betracht. Ein anderer leutenderer Theil (Zucker) geht aus den Leberzellen in das Blut zurück, von das Material zur Bildung ihrer specifischen Produkte bezogen.

Die Galle.

lle ist normal vollkommen flüssig, ohne geformte Beimengungen. Nur Bestandtheile findet man abgestossene Cylinderzellen der weiteren , hie und da auch Pflasterzellen aus den Gallenkapillaren.

Menschengalle, die man bei Sektionen gewinnt, zeigen sich hie und und kleinere Fetttröpfchen und Farbstoffkörnchen, in seltenen Fällen ler Gallenfarbstoff in röthlichen Nadeln ausgeschieden.

Die frische Galle reagirt auf Pflanzenpapier neutral oder schwach (v. Gorup-Besanez). Letztere Reaktion ertheilte ihr wohl erst die ziemlich liche Beimischung von Schleim, das Absonderungsprodukt der in den Aus hohlräumen beschriebenen Schleimdrüsen Die stetig abfliessende Galle flüssig, bei Behinderung des Abflusses wird sie dickflüssiger und stark haltig. Ihr specifisches Gewicht schwankt zwischen 1026—1032. Ihre in der Gallenblase gelb, grün, braun, bis schwarzbraun. An der Luft gelbe Galle grün, die Galle der Vögel und Pflanzenfresser hat diese Far während des Lebens in der Gallenblase. Die Galle mit koncentrirter S säure gemischt fluorescirt. Im durchfallenden Lichte zeigen diese Lösun dunkelrothe, im auffallenden Licht eine schön saftgrüne Farbe.

In der wässerigen Flüssigkeit der Galle sind Stoffe gelöst, welche dies vor allen anderen charakterisiren; es sind dieses die Gallensäuren: stoffhaltige Glykocholsäure und die Taurocholsäure, die ausser auch noch Schwefel in ihrer Zusammensetzung besitzt (S. 71 f.).

Beide Säuren sind gepaarte Verbindungen ein und desselben ch Stoffes der Cholsäure, die selbst stickstofflos ist. Der Stickstoffg Glykocholsäure hat seinen Grund darin, dass in dieser Säure di säure mit dem stickstoffhaltigen Glycin gepaart ist. Paart sich mit de säure das stickstoff- und schwefelhaltige Taurin unter Aufnahme von Wasser, so entsteht die zweite gepaarte Säure, die Taurocholsäure.

Das Glycin (Syn. Glycocoll oder Leimzucker seines süssen Ge wegen) kommt nicht nur in der Galle an Cholsäure gebunden vor. Ge Benzoësäure findet man es im Blute und Harne als Hippursäur ein Zersetzungsprodukt des leimgebenden Gewebes und des Eiweisses künstlich (aus Monochloressigsäure) dargestellt worden.

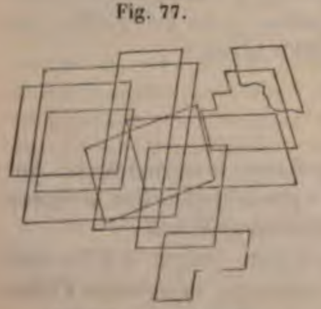
Durch Erhitzen der Cholsäure bei 200°C. bildet sich sowie durc mit Säuren das Dyslysin.

Die Gallensäuren sind in der Galle an Natron gebunden, nur an Kali; sie erscheinen als seifenartige Verbindungen.

Die Gallensäuren verleihen den Gallen den sprüchwörtlichen Geschmack.

Die Farbe der Galle rührt von dem Gallenfarbstoff her, dem Bi das durch oxydirende Einwirkungen in Biliverdin und Bilifuscin überge Schon der Sauerstoff der Luft genügt zur Ueberführung, braune Galle an der Luft.

Fig. 77.



Krystalle des Cholesterin.

Ausserdem finden sich in der Galle mal geringe Mengen von Fett theils als sol mit den reichlich in der Galle sich findende verseift, auch ein fettähnlicher, durch rakteristische Krystallform ausgezeichnete Cholesterin (Fig. 77). In der Galle wir durch die Salze der Gallensäuren in Lösu ten. Auch Zersetzungsprodukte des Lecit sich: Cholin (Neurin) und Glycerinphos

Die Galle der verschiedenen Thier schieden zusammengesetzt. In den Ga

holsäure durch ähnliche Säuren ersetzt werden beim Schwein, der holsäure und Chenocholsäure. In der Menschengalle wiegt oft das tauro- re Natron vor, sodass sie einen reichen Schwefelgehalt erkennen ich in den Aschen der Galle als Schwefelsäure findet. Der Schwefelgehalt t bei verschiedenen Thieren je nach dem Vorwiegen des Glycin oder des Verbindung mit der Cholsäure (oder ihren Vertretern) sehr verschieden.

gen Untersuchungen über Lebergalle aus einer Gallenfistel bei dem n fand ich eine Zusammensetzung, die mit der von Gorup gefundenen gut har- . 285).

antitative Zusammensetzung der Blasengalle mögen zwei Analysen -Besanez veranschaulichen, welche möglichst normalen Verhältnissen entsprechen:

Menschengalle in 100 Theilen:

	49jähr. Mann enthauptet	29jähr. Weib enthauptet
Wasser	82,27	89,81
feste Stoffe	17,73	10,19
gallensauere Alkalien	10,79	5,65
Fett und Cholesterin	4,73	3,09
Schleim mit Farbstoff	2,21	1,45
anorganische Salze .	1,08	0,63

orgfältig und genau ausgeführte vollkommene Aschenanalyse der Galle des ist nicht vorhanden. Doch kann uns hier die Analyse der Ochsengalle (Rose) el dienen; der Schwefelsäuregehalt ist in Folge der Bestimmungsmethode etwas

Theilen Asche von Ochsengalle sind enthalten:

Chlornatrium . . .	27,70
Kali	4,80
Natron	36,73
Kalk	1,43
Magnesia	0,53
Eisenoxyd	0,23
Manganoxyduloxyd	0,12
Phosphorsäure . .	10,45
Schwefelsäure . .	6,39
Kohlensäure . . .	11,26
Kieselsäure. . . .	0,36

chwefelgehalt der Ochsengalle fand Bensch zu:

3,58 %

chenanalyse zeigt das quantitative Ueberwiegen der Natronsalze über die Kali- ntlich, welch' letztere etwa nur 1/6 der ersteren betragen. Dieses Verhältniss ist um kenswerther, da es in der Leberasche gerade umgekehrt ist. Von den Säuren chwefelsäure und Kohlensäure, als erst durch die Verbrennung gebildet, erstere :, letztere wenigstens ihrer Hauptmasse nach abgerechnet werden. Weiter erkennen hervorleuchtenden hohen Gehalt an freien Alkalien (Natron), die in der frischen den Gallensäuren vereinigt waren.

Die Gallenabsonderung.

bsonderung der Galle ist eine stetige, sie geschieht unter einem sehr Druck. Wenn der Druck in den Gallengängen z. B. durch Verschliessung

des Ausführungsganges steigt, so tritt schon bei geringer Drucksteigung
in das Blut zurück, und zwar glaubt HEIDENHAIN, dass dieser Rücktrit
gröberen Gallengängen erfolge; es treten dann die Gallenstoffe (Farb
Gallensäuren) im Harn auf (HOPPE-SEYLER), Schleimhäute und Haut fä
gelb (Icterus). Nerveneinfluss ist in direkter Weise auf sie nicht nach
Der Vagus hat in dieser Beziehung einige indirekte Bedeutung, indem er
die Ausscheidungsweise auf mechanischem Wege verändert dadurch, d
Athembewegungen insgesammt, also auch die Bewegungen des Zwerc
einflusst. Durch den Druck, welchen das bei Einathmung herabsteigende
fell und die Baucheingeweide mit der Leber ausübt, wird das Sekret
mechanisch ausgedrückt (HEIDENHAIN). Der nach der Nahrungsaufnahme
Druck in der Bauchhöhle, welcher von der Anfüllung des Magens und d
herrührt, hat sonach zweifelsohne ebenfalls einen Einfluss auf die me
Entleerung der Gallengänge. Aktive in der Leber selbst gelegene Aus
richtungen, Muskeln, lassen sich hier nicht nachweisen. Ueber den Nerv
fand PFLÜGER neuerdings, dass nach Durchschneidung der Nervi Vagi,
Splanchnici, Sympathici, nach Zerstörung des Plexus coeliacus, nach Zerq
aller in die Porta hepatis eintretenden Nerven bei freiem Blutumlauf d
tion der Galle fast unverändert fortbesteht. Reizungen der erwähnte
geben kein bestimmtes Resultat. HEIDENHAIN machte es wahrscheinlich, d
Reizung der Gefässnerven die Sekretion vermindert wird; dasselbe fan
für direkte Applikation der elektrischen Reizung auf die Leber. Abges
dem angeführten äusseren Druck können wir als Entleerungsmomen
»Nachrücken« der fort und fort in den Leberzellen sich bildenden Gall
die schon in den Ausführungsgängen angehäufte vor sich herschiebt,
In der Gallenblase sammelt sich die secernirte Galle, wird da durch
resorption etwas koncentrirt und während der Dünndarmverdauung in
Mengen in den Darmkanal ergossen, wohin sie sonst stetig in kleinern
abfliesst. Die Entleerung der Gallenblase erfolgt durch Kontraktion ihr
latur, die nach HEIDENHAIN durch Rückenmarksreizung künstlich her
werden kann.

Die Gallenbildung.

Das aus dem Darmkanal kommende Blut der Pfortader vor allem führt de
Material der Gallenbildung zu, und die Leberzellen scheinen um so thätiger zu
grösser die überflüssige Stoffmenge ist, welche ihnen auf diesem Wege zukom
ergeben vielleicht die neueren Versuche, dass die Gallenbildung auch ohne
ader (nach langsamer Unterbindung derselben) vor sich gehen kann (ORÉ), und
von den Arterien aus Material an die Leberzellen abgegeben wird (KÜHNE u
SZCZEWSKY). Es ist das erklärlich, da ja das Kapillarnetz der Läppchen sowohl vo
ader als von der Arterie aus gefüllt werden kann, sodass sie sich für die Sekre
seitig ersetzen können. Nach den Beobachtungen von FRERICHS, ORÉ, KOTTMEI
die Unterbindung und Obliteration der Leberarterie die Gallenabsonderung un
Es ist das wahrscheinlich, da die Arterie das Leberparenchym ernährt und dami
fähig erhält. Es würde sich diese Beobachtung vergleichen lassen mit der
GIANNUZZI's, dass die Speicheldrüsen nach Unterbrechung des arteriellen Blutstro
niren aufhören (»ermüden«), auch bei sonst reichlich anwesendem flüssigen
Sekretbildung (S. 234).

r ein Theil der Gallenstoffe stammt direkt aus dem Blute: das Cholesterin und die mischen Salze sind hier vor allem zu nennen: die Gallensäuren und der Gallenfarb-nd erst Umwandlungsprodukte des Stoffmaterials, das die Zellen aus dem Blute in sich men. Sie finden sich nämlich ohne Icterus nicht in dem der Leber zuströmenden Blute; xstirpation der Leber, welche Frösche längere Zeit überleben (J. Moleschott), treten sie wenig im Blute auf. Die chemisch-physiologischen Vorgänge in der Leber finden mit eisbarer Wärmebildung statt. Das Pfortaderblut, welches vom Darm her der Leber en bei der Verdauung resorbirten Stoffen beladenes Blut zuführt, verändert in der seine chemische Zusammensetzung nicht unbedeutend. Es scheint konstant während rdauung, wenn das Pfortaderblut ziemlich viel Fett enthält, Fett in der Leber zurück-en zu werden, wenigstens zeigt sich das Lebervenenblut zu Anfang der Darmresorption ttarm. Das Lebervenenblut soll nicht gerinnen, während das Pfortaderblut gerinnt. ebervenenblut ist weit weniger reich an Wasser (der Unterschied beträgt 10%) und l weniger (31% Differenz) Salze enthalten (Lehmann). Das Pfortaderblut ist reich an rperchen. Das Lebervenenblut soll 3mal mehr rothe Blutkörperchen enthalten als das erblut. Die meisten rothen Körperchen aus der Lebervene sollen aber mehr sphärisch hr resistent gegen Wasser sein: jugendliche Blutkörperchen (Funke). Die Unter-e des Arterienblutes vom venösen der Leber sind noch weniger sicher bekannt stehende, die auch einer Bestätigung dringend bedürfen. Die Arterien der Läpp-peisen einen sehr beträchtlichen Theil der Zellen derselben. Nach Kühne und szczewsky kann jedes Leberläppchen geschieden werden in zwei Territorien sekreto-r Elemente, von denen das eine durch die Pfortader, das andere durch die Arterie ge-wird.

ist wahrscheinlich, dass wenigstens ein Theil des Bildungsmaterials für die Gallen-Eiweissstoffe oder Protagon sind. Man hat früher angenommen, dass die Chol-, welche in ihrem chemischen Verhalten namentlich in ihren Zersetzungsprodukten Salpetersäure Aehnlichkeit mit der Oelsäure zeigt, aus Fett, welches die Pfortader lichen Menge der Leber zuführt und in dieser zurückgehalten zu werden scheint, den sei. Man brachte als Beweis dafür auch die Anhäufung von Fett in den Leber-bei, welches man sich aus dem Blut in dieselben als Bildungsmaterial abgelagert

ir wissen aus den chemischen Zellvorgängen, dass der Organismus anstatt des Fettes t überall auch Eiweiss, welches durch seine primäre Spaltung wahrscheinlich Fett , verwenden kann. Vielleicht entstehen theilweise so auch die Fetttröpfchen in den rzellen. Wir widersetzen uns also der Annahme, dass die Cholsäure aus Fett ent-, nicht, wir behaupten nur, dass dieses zu ihrer Bildung dienende Fett in den Leber-n auch aus Eiweiss abgespalten sein kann.

benso entstehen höchstwahrscheinlich die Paarlinge der Cholsäure: das Glycin das Taurin aus Eiweissstoffen. Wir haben in ihnen stickstoffhaltige Spaltungsprodukte lbuminate vor uns, das Taurin enthält sogar noch den Schwefel des Eiweisses.

as Vorkommen von fetthaltigen Lebern bei säugenden, fetthaltige Milch geniessenden en (Gluge, Kölliker) beweist noch nicht sicher die Einführung des Fettes von aussen e Leberzellen. Da der Fettgehalt der Leber in noch höherem Maasse durch Zuckergenuss igert werden kann nach Tscherinoff, so scheinen wir es hier mit Fettbildung in m Organ ebenso zu thun zu haben, wie bei der Mästung überhaupt.

er Gallenfarbstoff bildet sich mit grösster Wahrscheinlichkeit aus Blutfarbestoff. Virchow haben darauf hingewiesen, dass das Bilirubin identisch oder wenigstens sehr ähnlich em Hämatoidin, das sich aus alten Blutextravasaten bildet und durch Sauerstoff in Bili-n übergeführt werden kann (Heintz). Sobald freier Blutfarbestoff im Blut enthalten ist, itt im Harn Gallenfarbstoff auf; ersteres kann man erreichen durch Injektion von Wasser ehmann) oder von gallensaueren Salzen ins Blut (Kühne).

Einfluss der Nahrung auf die Leberthätigkeit.

Ueber die Ausscheidung der Galle wurden viele Versuche ange wurden die Gallenmengen, die während 24 Stunden gebildet wurden, a lichen Gallenfisteln entleert und bestimmt. Es zeigte sich hierbei, dass d absonderung (feste Stoffe) steigt von der Zeit der reichlichsten Verdauung de stoffe an, also von der dritten bis achten Stunde nach der Nahrungsa von da an sinkt die Absonderungsgrösse wieder stetig, rascher nac Nahrungsaufnahme als nach bedeutender. Bernard verlegt das Max Gallenabsonderung in die 7. Stunde nach der Nahrungsaufnahme. Na und Voit steigt die Gallenabsonderung sogleich nach der Nahrungszufu

Dabei ergeben die Versuche, dass die Gallenmenge wächst mit der schen Menge von Eiweissstoffen, welche in der Nahrung gegeben werd rend Fett allein sie nicht nur nicht steigert, sondern vermindert, wie e haupt den Eiweissumsatz im Organismus herabsetzt. Die grössten Gall werden am Tage abgesondert bei sehr gesteigerter Fleischaufnahme ne oder keinem anderen Nahrungsstoffe; am wenigsten Galle liefert ein mit viel Fett und sehr wenig Eiweissstoffen. Die Menge der in einer ge entleerten flüssigen Galle steht unter der Einwirkung der in den I gefässen cirkulirenden Flüssigkeitsmenge. Nach Blutungen hört die Ga derung ganz auf oder wird entsprechend geschwächt, lange ehe die Mu Nerven darunter bemerkbar leiden (J. Ranke). Alle örtlichen Blutvermi in den Lebergefässen vermindern oder sistiren die Gallenabsonderung. C den die Beobachtungen Heidenhain's und Pflüger's bei Reizung der Ge angeführt. Eine analoge Verminderung tritt ein, wenn durch gesteigert leistung der Muskulatur den Drüsen und vor allem der Leber Blut entz das dem arbeitenden Organ in gesteigerter Menge zuströmt (J. Ranke).

Umgekehrt kann durch Vermehrung der Flüssigeitsmenge in den I gefässen die flüssige Gallenabsonderung gesteigert werden. Einspritzen v keit in die Blutgefässe (Wasser, auch Lebergalle J. Ranke) steigert die G tion, dasselbe thut Wassertrinken. Die Wiederherstellung der Blutcirkul Leber frischgeschlachteter Thiere (Schmulewitsch) erneuert die Galle dung, ebenso die Einleitung von Wassercirkulation in den Gefässen (P

Die Menge der vom Menschen durchschnittlich gelieferten Galle sc bisher auf 160—1200 Grammen in 24 Stunden nach den Bestimm Katzen und Hunden unter Berücksichtigung des verschiedenen Körper Die beobachteten bedeutenden Verschiedenheiten der Absonderungs Galle bei verschiedenen Thierarten nehmen dieser Rechnung ziemlich ih Es glückte mir eine Gallenfistel bei einem Manne zu beobachten Bestimmungen der in 24 Stunden ausgeschiedenen Galle zu machen. eines Echinococcus hepatis war ein Durchbruch in einen Lungenbronc Zeitweilig wurde keine Galle in den Darm, sondern alle durch die Lun Der Mann wog 47 Kilogramm. Im Mittel schied er in 24 Stunden aus 6 Galle mit 20,62 Gramm festen Stoffen und 11 Gramm Gallensäuren, in 415 Gramm, im Maximum 945 Gramm. Ein Kilogramm Mensch secer in 24 Stunden im Mittel 14,0 Gramm flüssige und 0,44 Gramm feste

20,11 Gramm flüssige und 0,8 Gramm feste Galle. Die Zusammen- Lebersekretes stimmt quantitativ genau mit der oben von v. GORUP- ebenen überein mit Ausnahme des Wassergehaltes. Nach den älteren gen von FRERICHS und von v. GORUP-BESANEZ besitzt die Blasengalle en im Mittel 13,65% feste Stoffe, während nach meinen Bestimmungen Lebersekret des Menschen nur 3,16% feste Stoffe enthält. Die mittlere etzung des Lebersekretes und der Blasengalle, erstere nach meinen, h den Bestimmungen von FRERICHS und v. GORUP-BESANEZ ist bei dem olgende:

	Blasengalle:	Lebersekret:
Gallensäuren	54,8%	53,5%
Fett / Cholesterin	21,8%	14,5%
Farbstoff / Schleim	16,0%	17,3%

des Lebersekretes beträgt 14,8% im Mittel, während die Blasengalle nthält. Diese Beobachtung scheint darauf zu deuten, dass neben Wasser anische Salze in der Gallenblase resorbirt werden. Je nach den ver- Körperzuständen, welche ja Blutveränderungen setzen, die denen rungsaufnahme ganz gleich sind, wird die abgesonderte Menge der bei ein und demselben Individuum sehr bedeutend verschieden sein. eicher ein Organismus ist, desto grösser wird seine Gallenabscheidung. es zusammenhängen, dass die Galle, welche man aus gesunden weib- chen untersuchte, procentisch wasserreicher als die aus gesunden n. Das Alter der Individuums wird sich entsprechend dem grösseren hthum, welchen die Organe in der früheren Jugend und im hohen Alter gemeinen bei dem weiblichen Geschlechte zeigen, nach derselben Rich- d machen.

uckerbildende Thätigkeit der Leber geht mit der gallebildenden d in Hand, sodass es wahrscheinlich verschiedene Vorgänge sind, welche n Hauptprodukte der Leber liefern. Bei niederen Thieren können es sogar ne Organe sein, welche Zucker und Galle liefern (bei Limax flava, BERNARD). absonderung steigt, wie oben angegeben, vom Moment der Nahrungs- an, die grösste Steigerung findet aber erst 5—7 Stunden später statt. enbildung steigert sich dagegen nach Aufnahme der Nahrung und sinkt des Maximums der Gallenabsonderung (BERNARD).

meinen direkten Bestimmungen der täglichen Gallenausscheidung des en wurden ausgeschieden von dem 94 Pfund = 47 Kilogramm schweren Gallen- e:

	flüssige Galle sp. G. 1025	feste Galle
Beobachtung I.	405cc = 415 Gramm	11,74 Gramm
„ II.	645cc = 661 „	17,34 „
„ III.	595cc = 610 „	20,17 „
„ IV.	601cc = 616 „	16,74 „
„ V.	922cc = 945 „	37,00 „
im Mittel:	**636cc = 652 Gramm**	**20,62 Gramm.**

Die quantitative Zusammensetzung des Lebersekretes war in den 5 beobach… folgendermassen:

Tabelle
der in 24 Stunden vom Menschen ausgeschiedenen Gallenbestandtheile in Gr…

	I. (Minimum)	II.	III.	IV.	V. (Maxim…
Gallensäuren	6,32	6,88	14,48	9,39	17,54
Fett und Cholesterin	1,67	3,90	0,97	1,76	7,55
Farbstoff und Schleim	2,01	4,24	2,07	2,91	4,32
Asche	1,72	2,32	2,65	2,68	6,59
Summa	11,72	17,34	20,17	16,74	37,00

Auf hundert feste Galle berechnet ist die Zusammensetzung des Lebersekret… 5 Versuchen in folgender Tabelle zusammengestellt:

Tabelle
der procentischen Zusammensetzung fester Menschengalle.

	I. %	II. %	III. %	IV. %	V. %
Gallensäuren	53,4	40,0	71,8	54,9	47,4
Fett / Cholesterin	14,2	22,5	4,8	10,5	20,4
Farbstoff / Schleim	17,8	24,1	10,3	19,8	14,4
Asche	14,6	13,4	13,1	14,8	17,8
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Am auffallendsten sind unter diesen Ergebnissen die sehr bedeutenden Sc… im procentischen Fett- und Cholesteringehalt der verschiedenen Gallenportione…

Es lässt diese Beobachtung auf eine bedeutende Beeinflussung der Zusamme… Galle je nach der Nahrung schliessen, eine Frage, die bisher noch nicht ex… genommen worden ist, aber eine Erledigung verdient.

Vergleichung der direkt gefundenen Werthe mit den für die Gallenproduktion des M… berechneten. — Man pflegte bisher die vom Menschen gelieferten Gallenmengen z… nach den auf 1 Kilogramm Körpergewicht ausgeschlagenen Gallenmengen, … fleischfressenden Thieren aus Fisteln gewonnen hat.

Man glaubte die Annahme machen zu dürfen, dass 1 Kilogramm Mensch in… ziemlich ebensoviel Galle ausscheide wie 1 Kilogramm Katze oder Hund in der g…

Aus den Versuchen von Bidder und Schmidt berechnet sich, dass 1 Kilog… in 24 Stunden im Mittel secernire bei gewöhnlicher Kost

14,5 Gramm flüssige Galle.

1 Kilogramm **Hund** in 24 Stunden

13—28 Gramm flüssige Galle.

Für den Hund stimmen die Beobachtungen Nasse's mit denen von Bidder und S… ein. Nasse fand für 1 Kilogramm Hund in 24 Stunden

12,2—28,4 Gramm flüssige Galle.

Die Zahlen Arnold's sind ziemlich viel kleiner, sie betragen nur 8,1 Gramm — in 24 Stunden. Man hat darauf hingedeutet, dass diese geringen Gallenmengen …

erklären, dass bei den betreffenden Versuchen der Gallenabfluss nicht ganz ungehin-
r sich gehen konnte, wodurch bekanntlich eine Verminderung der Gallensekretion
vollkommener Sistirung derselben hervorgerufen werden kann.

h der anderen Richtung weichen von den bisher betrachteten Werthen für die Gallen-
tion der Hunde die Versuche von Kölliker und Müller ziemlich bedeutend ab.
fanden für 1 Kilogramm Hund, auf 24 Stunden berechnet, im Minimum 21,5 Gramm
Galle mit 0,75 Gramm festen Stoffen, im Maximum 36,16 Gramm mit 1,162 Gramm
Stoffen. In einem jedoch pathologischen Falle fanden sie sogar 53,66 feuchte Galle
683 festen Stoffen.

se Versuche leiden mehr oder weniger daran, dass von einigen, kürzere Zeit an-
nden Messungen der Gallenausscheidung auf den ganzen Tag gerechnet wurde. Die
produktion steht jedoch so sehr unter dem Einfluss der Verdauungs-Phasen und Er-
g, dass eine derartige Berechnung selbstverständlich nicht ohne die grössten Will-
keiten in den Annahmen angestellt werden kann. Die Berechnungen können sonach
uf volle Genauigkeit Anspruch machen.

tzdem ist es interessant, dass die von uns am Menschen gewonnenen Resultate, soweit
auf flüssige Galle beziehen, mit diesen Ergebnissen der Versuche an Thieren ziemlich
stimmen, am besten mit den von Bidder und Schmidt für die Katze gefundenen
en, mit denen sie, mit Rücksicht auf die natürlichen Schwankungen einer physiologi-
Funktion, geradezu identisch erscheinen. Es producirt Galle

1 Kilogramm Katze:	1 Kilogramm Mensch:
(berechnet)	(gemessen)
14,5 Gramm.	14,0 Gramm.

cke berechnete aus den mitgetheilten Mittelzahlen für Fleischfresser (Katze und Hund)
llenproduktion eines 60 Kilogramm schweren Menschen in 24 Stunden auf etwa 1000
Gramm.

ser Rechnungsvoranschlag wird durch die direkte Beobachtung ziemlich bestätigt,
st die beobachtete Gesammtmenge der Galle etwas geringer. Nach unseren Be-
ngen treffen auf einen Menschen von 60 Kilogramm in 24 Stunden

im Mittel. . 840 Gramm flüssige Galle
im Maximum 1207 ,, ,, ,,

den oben mitgetheilten Gallebestimmungen an Hunden unterscheiden sich die
htungen von Th. L. W. Bischoff mit C. Voit wesentlich dadurch, dass sie sich auf
ssere Beobachtungszeiten erstrecken, somit die Gallenquantitäten mit grösserer Ge-
keit angeben.

ch ihren Versuchen schied ein 20 Kilogramm schwerer Gallenfistelhund 4—12 Gramm
Galle in 24 Stunden aus, im Mittel 9 Gramm.

se Zahlen sind sehr viel geringer als die Angaben der oben angeführten Autoren.
Kilogramm Hund scheidet in 24 Stunden nach Bischoff und Voit aus im Mittel

0,43 Gramm feste Galle.

logramm Mensch nach unserer Bestimmung in derselben Zeit im Mittel

0,44 Gramm feste Galle.

e Werthe passen vollkommen auf einander.

benso genau stimmt die Berechnung mit der Beobachtung überein, wenn wir nicht auf
ogramm Körpergewicht rechnen, sondern auf das gleiche Lebergewicht.

ie Leber des Gallenfistelhundes, an dem Bischoff mit Voit beobachtete, wog nach E.
off 777 Gramm, sie producirte im Mittel nach der obigen Angabe 9 Gramm feste Galle.
ie Leber eines erwachsenen Menschen wiegt z. B. nach den Wägungen E. Bischoff's bei
n Hingerichteten 1600 Gramm. Da das Lebergewicht unseres Gallenfistelmannes nicht
t zu bestimmen ist, können wir uns an diese Zahl halten. Es würden demnach im
l, gleiche Sekretionsintensität für das gleiche Lebergewicht von Hund und Mensch vor-
esetzt, vom Menschen in 24 Stunden nach der Rechnung

20 Gramm feste Galle

ausgeschieden werden.

E. Bischoff berechnet die gleiche Grösse für die vom Menschen gelieferte Gal

Unsere oben mitgetheilte beobachtete Mittelzahl stellt sich, ganz dieser B entsprechend, auf

20,62 Gramm feste Galle!

Die Uebereinstimmung der Resultate könnte nicht grösser sein. Sie zeigt uns, d rechnungsmethoden auf gleiches Körper- und Lebergewicht, auf die Bischoff- Beobachtungen am Gallenfistelhunde gestützt, auch für den Menschen ein der Wa vollkommen annäherndes Resultat ergeben.

Voit hat nach E. Bischoff's Angabe vorgeschlagen, noch auf eine andere We Aufschlüsse zu gewinnen. Es hat sich bei den oben angeführten Untersuchung gestellt, dass ein Hund beim Hunger 4 Gramm, bei der grössten Nahrungsmenge feste Galle im Tage bildet, die mittlere Menge bei ausreichender Nahrungszuf 9 Gramm. Die Respirationsversuche der Prof Pettenkofer mit Voit ergeben a gleichen Schwankungen für die Kohlenstoffausscheidung durch Haut und Lu Hunde, nämlich beim Hunger 78 Gramm, bei reichlichster Nahrungszufuhr 220 G mittlere Menge bei zureichender Nahrung beläuft sich auf etwa 160 Gramm Kohl ist auf den ersten Blick ersichtlich, dass die Gallenausscheidung steigt und f Menge des durch die Athmung entfernten Kohlenstoffs. Bei Fütterung mit 1 Fleisch finden sich im Tag 12 Gramm feste Galle; bei der gleichen Nahrung Gramm Kohlenstoff exspirirt. Nach meinen Beobachtungen scheidet ein ausg Mensch bei gewöhnlicher Diät im Tag 210 Gramm Kohlenstoff durch Haut und L daraus würden sich also **17 Gramm trockene Galle berechnen.**

E. Bischoff berechnet sonach nach der angegebenen, auf vollkommen r aussetzungen beruhenden Methode aus der vom Verfasser bestimmten Respir des Menschen für die Gallenausscheidung **17 Gramm**, dieselbe Grösse, die wi seren V direkten Bestimmungen der Gallenmengen zweimal antreffen im II. u such (II. 17,34 Gramm; IV. 16,74 Gramm). Nach E. Bischoff berechnet 24 Stunden vom Menschen ausgeschiedene Menge von Gallensäuren im Mittel zu die gleiche Zahl, die wir durch Beobachtung gefunden haben.

So bestätigt ein Resultat das andere.

Die direkt beobachteten Werthe der Gallenproduktion des Menschen für 24 S sprechen den auf richtigen Voraussetzungen beruhenden Beobachtungen dieser Beobachtungen an Thieren vollkommen.

Mit aller Bestimmtheit kann ausgesagt werden, dass der Mensch in 24 St wenigsten die oben mitgetheilten Gallenmengen ausscheidet, wenn wir Rücks auf einen minimalen Verlust, der durch die Gelbfärbung der Conjunctiva angede

Der Nutzen der Galle für die Verdauung

ist ein sehr bedeutender, da die Aufsaugung des Fettes durch sie vor möglicht wird.

Die Einwirkung der Galle auf das Fett ist von den Wirkungen d Verdauungssäfte auf die Nahrungsstoffe, deren Aufnahme in die Säft ermöglichen, wesentlich verschieden. Während wir sonst in einer Umwandlung der Stoffe — Stärke in Zucker, Eiweiss in Pepton — die bestehen sehen, hat die Galle auf die neutralen Fette keine chemische E Fettsäuren vermag sie zwar zu lösen, indem sie dieselben an ihre Alka und verseift, aber diese Fähigkeit kommt nur in geringerer Weise zu

verhältnissmässig wenig Fettsäuren hervorgehend aus der Fettzerlegung im peichel, im Darm vorhanden sind.

ie der Bauchspeichel und der Darmsaft hat auch die Galle die Fähigkeit ubförmig feinen Vertheilung der Fette, aber in geringerem Grade als die ten Sekrete. Unter dem Mikroskope zeigen sich die nach längerem Schüt- n Oel mit Galle entstandenen Fetttröpfchen meist noch ziemlich viel grösser Zellen des Darmepithels.

e wichtigste Eigenschaft der Galle für die Fettverdauung besteht darin, ie sich mit Fett sowohl als mit Wasser zu mischen vermag. h, dass sie in den Darm ergossen, in die Schleimhaut eingesaugt wird und en, kapillaren Oeffnungen der Darmzotten erfüllt, bahnt sie den Weg für teintritt. So lange die Zellenmolekularöffnungen nur mit Wasser oder mit ässerigen Lösung durchtränkt werden, wie es ja sonst alle thierischen e sind, so lange kann Fett sich nicht in sie einsaugen, da es sich nicht mit zu mischen vermag. Erfüllt aber an Stelle des Wassers eine Gallenlösung annten Molekularöffnungen, so kann das Fett, indem es sich mit Galle eindringen (WISTINGHAUSEN). Das Experiment ist an zwei Papierfiltern zu , von denen man das eine mit Wasser, das andere mit Galle tränkt; das ist für Oel ganz undurchgängig, während das zweite dem Oele den Durch- cht gestattet. Die Galle erleichtert auch den Durchgang von Fetten durch re Röhren.

s ist sonach die Wirkung der Galle auf das Fett, die bei der Lehre von der tion noch näher besprochen wird, eine vorwiegend mechanische. Auch für weissverdauung hat die Galle einen indirekten Nutzen.

e Galle hat die Eigenschaft, Lösungen von Eiweissstoffen in sehr ver- r Salzsäure: Syntonin oder Parapepton so wie die eigentlichen Peptone s Pepsin zu fällen (BERNARD). Es schlägt die Eiweissstoffe an die Darm- nieder, die hier angeklebt den verdauenden Einwirkungen der anderen krete: Bauchspeichel und Darmschleim, für längere Zeit ausgesetzt bleiben, sie besser verdaut, ausgenützt werden können. In schwachen Alkalien ch der Niederschlag durch die Galle wieder auf. Diese fällende Wirkung die Galle also nur im Magen und oberen Theil des Darms, wo wie oben ben noch sauere Reaktion des Inhaltes herrscht, ausüben.

a das Pepsin durch eine Spur Galle schon niedergeschlagen wird, so wird Eintritt von Galle in den Magen die Verdauung dort für längere Zeit ganz rochen.

s wird von NASSE für die Schweinegalle angegeben, dass sie auch aus Zucker bilden könne. Andere Gallearten, auch die des Menschen, scheinen Eigenschaft nicht zu besitzen.

s wird nur ein kleiner Theil der Galle mit dem Koth ausgeschieden, während bedeutende Menge in den Darm gelangt, die Galle wird also im Darme össten Theil wieder resorbirt, oder umgewandelt und zerstört.

e Galle verhindert im Kothe die faulige Zersetzung. In das Blut aufgenom- ei Icterus), stört sie namentlich in den Nerven und Muskeln die normalen chselvorgänge, auf denen die mechanischen Leistungen der Organe beruhen. wegungen des Herzens sind es zuerst, die unter dieser Gallenwirkung

leiden, sie werden verlangsamt (Röhrig). Schiff behauptet, dass di
Kontraktion der Darmzotten anrege.

Historische Bemerkungen. — Die Leberzellen entdeckten Dutrochet, Purkin
(1838). Bis in die neueste Zeit wird die Diskussion über den Bau der Leber for
wie es scheint, neuerdings durch die oben citirten Untersuchungen von Hering
wurden. Der Harnstoff in der Leber wurde zunächst von Heynsius, der Zuck
Cl. Bernard 1853 nachgewiesen. Heynsius (1856), Lehmann, v. Becker haben in
Bernard's Angaben bestätigt und erweitert. Auch in England und Frankr
Bernard'sche Entdeckung eine reiche Literatur hervor. Eug. Pelouze gab di
analyse des Glycogens, das zuerst Bernard 1857 aus der Lebersubstanz darst
Existenz er schon früher behauptet hatte. Die erste sehr genaue Beschreibung
Blutgefässe in der Leber lieferte 1834 der Engländer Kiernan, später Theile, G
liker u. v. A. Die Muskulatur der Lebervenen fand 1855 Bernard, Remak bestäti
achtung noch in demselben Jahre. Beale hat zuerst die Lymphgefässe der Leber d

Die Untersuchung der Leberthätigkeit und der Galle trat durch die A
Gallenfisteln in ein neues Stadium, da bis dahin nur Blasengalle zur Untersuch
stand. Schwann beschreibt 1844 die erste von ihm beim Hund angelegte Galle
bestimmte Blondlot auch an einer Gallenfistel des Hundes die Menge der in
nirten Galle und berechnete daraus für den Menschen 200 Gramm am Tage.
Ziffern kamen Bidder und Schmidt mit ihren Schülern (Stackmann und Schellba
1850. Weiter sind hier zu nennen die Untersuchungen von Lehmann, Nasse,
H. Müller, Bischoff, Voit u. A.

Durch die permanenten Gallenfisteln wurden auch sichere Gesichtspunk
Nutzen der Galle gewonnen. Blondlot und Schwann gelang es zuerst, Hund
fisteln längere Zeit am Leben zu erhalten; Nasse bemerkte, dass der von ihm
sehr gefrässig wurde. Die Gallenfistelhunde waren stets sehr abgemagert, so
Zusammenhalt der Abmagerung mit der gesteigerten Fressbegierde eine un
Absorption eines oder mehrerer wichtiger Nahrungsstoffe im Darm vermu
Schon früher war auf den Nutzen der Galle für die Fettverdauung hingew
(Haller), man hatte beobachtet (Tiedemann und Gmelin), dass dem Chylus die
fehlt, die von dem Fettgehalt desselben herrührt, wenn die Galle nicht in de
kann. Schellbach und Lenz gelang es, gestützt auf die vorhergehenden Versu
singault und Nasse über das Maximum der Fettverdauung bei gesunden Thie
weisen, nicht nur dass eine grössere Nahrungsmenge erforderlich ist für die
Gallenfistelhunde, sondern dass auch das Maximum der aufnehmbaren Fettm
selben sehr bedeutend herabsinkt. Lenz (1851) arbeitete wie Schellbach (c
Leitung von Bidder und Schmidt. Die gesteigerte Gefrässigkeit der Hunde mit
die nach dem Gesagten nur eine geringe Quantität Fett aufnehmen können, sic
Fleisch und Kohlehydraten erhalten müssen, ergiebt sich mit Nothwendigkeit
nährungsgesetzen. Lenz wies nach, dass Fettsäuren durch Galle gelöst werde
Fähigkeit des Pankreassaftes zur Fettzerlegung wichtig wird. Von Bidder un
v. Wistinghausen wurden die oben angegebenen Einflüsse der Galle auf die
entdeckt. Den fauligen Geruch des Darmsaftes der Gallenfistelhunde bei Fleis
stark sauere Reaktion bei vegetabilischer Nahrung bemerkte Valentin. Die A
gallensaueren Alkalien im Darm hat Liebig aus der Asche der Faeces erschlos
und Kühne neuerdings nahmen dagegen nur eine Umwandlung der Galle in m
Produkte an, wogegen Schellbach, Lehmann, E. Bischoff auf der Liebi
beharren.

Auf die Untersuchungen von Strecker im Liebig'schen Laboratorium in Gi
unsere Anschauungen über die quantitative Zusammensetzung der Galle.
Chemiker hatten je nach den verwendeten Methoden verschiedene Resultate e

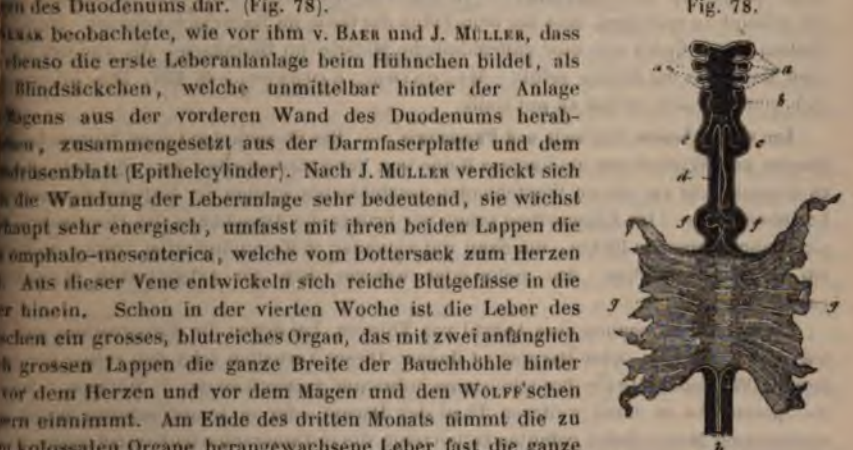
(1807) nannte den Hauptbestandtheil der organischen Stoffe der Galle: »Gallenstoff«, ... (1806) zerfällte diesen nach einer anderen Methode in »Gallenharz« und Picramel. ...dem fand GMELIN in der Galle noch: Cholesterin, Oelsäure, Salzsäure, Cholsäure, ... etc. BERZELIUS machte darauf aufmerksam, dass die Bestandtheile der Galle sich unter Einfluss verschiedener Reagentien in verschiedener Weise zersetzen. DEMARCAY be-...te 1838, dass die Hauptmasse der Galle eine seifenartige Verbindung sei einer eigen-...chen Säure, »Gallensäure« (acide cholique) mit Natron. Noch 1840 schliesst sich BER-... ziemlich nahe den Ergebnissen der GMELIN'schen Untersuchungen an, wenn auch die ...nnungen der gefundenen Stoffe verschiedene sind, z. B. Bilin für Picramel etc. Da-... geht LIEBIG (1843) von der Untersuchung DEMARCAY's aus. Er hält wie dieser die Galle ...uptmasse nach für eine seifenartige Verbindung der »Gallensäure« (um nicht durch ...klatur zu verwirren, nennen wir den deutschen Namen) mit Natron, deren Zerleg-...eit in Taurin, Ammoniak und eine neue Säure er fand. Die Unterscheidung der beiden ...säuren in der Galle gehört zu STRECKER's Verdiensten. Die Gallenfarbstoffe wurden ... gut von BERZELIUS beschrieben.

...ie J. MÜLLER berichtet, hat WERNER zuerst beobachtet, dass Galle zu Blut gesetzt eine ...ung des Blutroths im Serum bedingen soll. HÜNEFELD machte die Beobachtung, dass ...alle (Bilin, gallensauere Alkalien zum Theil) die Blutkörperchen löse, was in der ...en Zeit vielfach bestätigt wurde. KÜHNE denkt daraus schliessen zu dürfen, dass in der ... Blutkörperchen zerstört werden, deren Farbstoff den Gallenfarbstoff erzeugen könnte. ... Gallenfisteln bei dem Menschen wurde vor mir keine Beobachtung über die secer-... Gallenmengen veröffentlicht.

...r **Entwickelungsgeschichte.** — Die Leber (KÖLLIKER) tritt bei den Säugethieren (und Men-...) in der dritten Embryonalwoche auf, zunächst nach der Anlage des WOLFF'schen Kör-... (cf. Niere). Bei dem Hühnchen zeigt sich die Leber schon in der ersten Hälfte des ...n Bruttags angelegt. Nach BISCHOFF stellt die erste Anlage der Leber bei Säugethieren ...len) eine kleine doppelte Ausbuchtung der beiden Wan-...n des Duodenums dar. (Fig. 78).

...MAK beobachtete, wie vor ihm v. BAER und J. MÜLLER, dass ...benso die erste Leberanlage beim Hühnchen bildet, als ...lindsäckchen, welche unmittelbar hinter der Anlage ...gens aus der vorderen Wand des Duodenums herab-...n, zusammengesetzt aus der Darmfaserplatte und dem ...rüsenblatt (Epithelcylinder). Nach J. MÜLLER verdickt sich ... die Wandung der Leberanlage sehr bedeutend, sie wächst ...aupt sehr energisch, umfasst mit ihren beiden Lappen die ... omphalo-mesenterica, welche vom Dottersack zum Herzen ... Aus dieser Vene entwickeln sich reiche Blutgefässe in die ...r hinein. Schon in der vierten Woche ist die Leber des ...chen ein grosses, blutreiches Organ, das mit zwei anfänglich ...h grossen Lappen die ganze Breite der Bauchhöhle hinter ... vor dem Herzen und vor dem Magen und den WOLFF'schen ...rn einnimmt. Am Ende des dritten Monats nimmt die zu ...m kolossalen Organe herangewachsene Leber fast die ganze ...rleibshöhle ein. Erst in der zweiten Schwangerschaftshälfte ...at ein geringes Zurückbleiben der Leber im Wachsthum, ...hes den linken Lappen mehr trifft als den rechten; ersterer ...eint nun etwas kleiner. Nach der Geburt, mit Wegfall der ...ufuhr von Seite der Umbilikalvene, tritt primär eine rasche ...einerung der Leber ein (cf. unten: Leberprobe), welches ...bald wieder einer Volumszunahme Platz macht. Durch ...sthum der aus der Darmfaserschicht abstammenden Faser-

Fig. 78.



Darm eines Hundeembryo von unten vergr. dargestellt. Nach BISCHOFF. *a* Kiemen- oder Visceralbogen, *b* Schlund- u. Kehlkopfanlage, *c* Lungen, *d* Magen, *f* Leber, *g* Wände des Dottersackes, in den der mittlere Theil des Darmes noch weit übergeht, *h* Enddarm.

schichte der Leberanlage, zu welcher die aus der vena omphalo-mesenterica herm den Gefässe kommen, bildet sich die äussere Form der Leber, ihre Massem Hühnchen aus (Remak). Dagegen entwickeln sich von dem Epithel der primi gänge (dem Darmdrüsenblatt) aus solide Sprossen in die Faserschichte hine Lebercylinder. Die Bildung des Drüsenparenchyms der Leber (Leberzellen ei dann zunächst nach dem Schema der Bildung der traubenförmigen oder tubulo fort, an welche sich die Leber ja auch im erwachsenen Zustand anschliesst, neuesten Erforschungen (Hering) gelehrt haben. Die soliden Lebercylinder wuch verästeln und verbinden sich (es ist das der Leber eigenthümlich) durch Anasto entsteht zwischen den Blutgefässen eine Netzbildung der Lebercylinder; schon oder sechsten Tag sind bei dem Hühnchen alle freien Enden der Lebercylinder den und diese in der Netzbildung aufgegangen. Ein analoges Bild fand Kölliker menschlichen Embryo von 7 Wochen. Die anastomosirenden Lebercylinder e sonach den feinsten Drüsenkanälen anderer Drüsen; durch die Beobachtung wissen wir nun auch, dass sie in der Folge im Innern, wenn auch sehr zarte, (Gallenkapillaren) erhalten, wie jene. Auch die Gallengänge entwickeln sich nach der Ausführungsgänge der traubenförmigen Drüsen durch primär solide, späte höhlende astförmige Sprossung. Die primitiven Gallengänge sind die Ductus he Ductus choledochus entwickelt sich vielleicht (Kölliker) durch ein sekundares Herv der Einmündungsstelle der beiden primitiven Gänge. Die Gallenblase entsteht (b chen) als eine hohle Aussackung des rechten primitiven Leberganges. Bei Säu schon im zweiten Monat vorhanden.

Sicher ist die Leber schon für das Embryonalleben von grösster Wichtigke allem die grosse Menge Blut beweist, welche dieselbe durchströmt. Die Gallensek ihr diese Bedeutung gewiss nicht geben; wir werden wichtige Umwandlungen (cf. Blutbildung) in ihr vermuthen müssen. Die Gallensekretion tritt schon w dritten Fötalmonats bei dem Menschen auf, erreicht aber vielleicht keine hohe lung. Gegen die Meinung, dass die Hauptmasse im Darm wieder zur Resorptio ist, scheint zu sprechen, dass bei dem Fötus die Galle im Darm sich anhäuft. Im fünften Monat findet sich eine gallenähnliche Materie im Dünndarm, die vor der zum Mastdarm die Därme erfüllt: Meconium, Kindspech S. 294. Die Galle sich vom sechsten Monat an mit Galle.

Zur vergleichenden Anatomie und Physiologie. — Die Formen der Leber bieten thieren und Wirbellosen eine grosse Reihe von Verschiedenheiten dar, die sich j es scheint, alle auf die im Vorstehenden geschilderten Stadien der Entwickelung beziehen lassen. Im Allgemeinen sehen wir primär die Aussackung des Darmroh sich dann Schläuche bilden, die dann mit einander in Kommunikation treten u ein Gewebe herstellen, das mehr oder weniger dem der entwickelten Men entspricht.

Zuerst sind zu nennen eine Anzahl von Thieren, bei denen die »Leberzellen« telbar in der Magen- oder Darmwand finden. Dieses Verhalten zeigt sich selbst b dersten Wirbelthiere (Branchiostoma lubricum = Amphioxus) (J. Müller). die Speiseröhre in einen weiteren Theil des Darms, der in seiner inneren Wa braungrüner Masse (Galle) gefüllten Zellen trägt, die mit einer scharfen Grenze gege Schleimhaut sich absetzen. Analog bei mehreren Arthropoden (z. B. Larven von formicarius), Rotatorien, Ringelwürmern (Nais, Lumbricus) (Leydig). Nach de bung Leydig's ähnelt die Anlage des Darmepithels und der Leberzellen bei de einen der Beschreibung, die Rollett und Heidenhain neuerdings von den Labdrüs haben. Das Lumen des Darmrohrs wird von einer farblosen Zellenschicht au Hinter diesen, durch sie vom Lumen des Darms getrennt, liegt die Schichte der »Le

Von den wirbellosen Thieren besitzen Krebse, Arachniden und Mollusken eine vom Darm getrennte Leber, immer besteht sie aus der bindegewebigen Gru

ktionszellen, embryonalen der Anlage bei dem Menschen entsprechend. Einerseits ist die r aus wenigen kürzeren, unverzweigten Blindsäcken zusammengesetzt (Entomastraka, öpoden). Ihre spärlichen Blindsäcke verlängern sich entweder zu langen Schläuchen (Iso-n, Amphiopoden unter den Mollusken bei Cressis) oder sie verästeln sich, ohne zu anasto-ren, und werden sehr zahlreich wie bei den Cyrripedien und höheren Krebsen. Hierher ren die Lebern der Bivalven, mancher Gasteropoden und Heteropoden. Dadurch dass erästelten Leberfollikel anastomosiren, entstehen endlich andererseits Leberbildungen, e die Leber der (höheren) Wirbelthiere erinnern (Limax, Paludina vivipara und andere eropoden, noch mehr bei Thetys, Doris etc.) (Leydig). Von allgemeinem Interesse sind die Muskellagen, welche Leydig sowohl im Bauchfellüberzug der Leber als auch an Leberfollikeln bei Paludina aufgefunden hat. Um die Leberschläuche mancher Krebse us, Gammarus etc.) verlaufen sie zumeist in regelmässigen Cirkulärlagen.

nter den Wirbelthieren ist bei dem schon oben erwähnten Amphioxus neben dem erzellen- tragenden Theile der Darmschleimhaut noch ein auch als Leber zu deutender chlauch des Darmrohrs vorhanden (J. Müller), der mit denselben Zellen ausgekleidet. Entsprechend der doppelten Anlage der Leber (cf. Abbildung) bei dem Embryo erhalten bei den Myxinen beide Hälften von einander getrennt. Bei manchen Fischen und den ngen zeigt sich dagegen gar keine Lappenbildung. Entsprechend der embryonalen ität der Gallengänge sehen wir bald diesen Zustand fortbestehen, oder es bildet sich bei dem Menschen und einzelnen Säugern ein einfacher Gang zum Darmrohr, oder eten Rückbildungen der primären Ausführungsgänge ein, wodurch Kanäle zweiter Ord-zu Ausführungsgängen werden, die dann in grosser Zahl auftreten (Gegenbauer). Zwei us hepato-enterici finden sich in der Regel bei den Vögeln, wovon dann einem die Gal-se angefügt ist. Wo mehrfache Ductus hepato-enterici vorhanden sind, da bilden diese aschennetze unter einander (Schlangen, Eidechsen). Die Gallenblase tritt als ein-e Aussackung irgend eines der Gallengänge auf und nicht als konstantes Gebilde. Sie einer Anzahl von Thieren; unter den Säugethieren gehören hierher die Einhufer, ferner irsche, Kameele, Elephanten, Nashorn, Hamster, viele Mäusearten, Castor, Tardigra-Walthiere. Das Fehlen zeigt sonach keine Gesetzmässigkeit. Beim Pferd und Elephant die Ausführungsgänge der Leber sehr erweitert. Unter den Vögeln fehlt sie dem Papa-Kukuk, Strauss, Taube, Haselhuhn. Unter den Fischen fehlt sie der Lamprete (J. Müller). en Teleostiern stellt sie einen langen Blindkanal dar. Sie kann auch in der Lebersub-verborgen sein (Gegenbauer).

ei Selachiern und anderen Fischen ist die Leber ganz ungemein fettreich, sodass die bildung bei manchen Thieren die Hauptfunktion der Leber scheint. Wenn man in die die Leber der Chimaera monstrosa Einschnitte macht, so sammelt sich in ihnen sogleich Fett an. Bei dem Stör wechselt reichliche Fettfüllung der Zellen mit Fettarmuth, wobei die erzellen nur feine Punktmassen enthalten. Nach Leydig's merkwürdiger Beobachtung eint die dann sehr fettreiche Leber von Paludina vivipara, wenn sie sich im Monat No-ber zum Winterschlaf vorbereitet, Fett in den Magen abzusondern, sodass eine sse Analogie der Leberabsonderung mit der Absonderung der Talgdrüsen zu Tage tritt. ist bekannt, dass durch reichliche Nahrungszufuhr und mangelnde Muskelbewegung allgemeinen Fettreichthum der Leber eintritt (bei Gänsen etc.).

In der Menschengalle wechselt das Verhältniss der Menge der beiden Gallensäuren zu nder offenbar in weiten Grenzen. v. Gorup-Besanez fand in ihr reichlich taurochol-res Natron, dagegen E. Bischoff, Lossen und ich vorwiegend glycocholsaueres Natron. entspricht ein geringer Schwefelgehalt der Menschengalle. Die Hundegalle soll nur cholsaueres Natron enthalten (Hoppe-Seyler), die Känguruh-Galle fast nur glycochol-res Natron (Schlossberger), wenn hier die Gallensäure nicht wie oben vom Schwein (und Gans) angegeben, eine eigene Modifikation zeigt. Die übrigen untersuchten Gallen von ethieren zeigen sich, wie es scheint, aus beiden Gallensäuren gemischt. Dagegen scheint chlangengalle auch nur aus taurocholsauerem Natron zu bestehen (Schlossberger).

Die Galle der Fische enthält auch vorwiegend Taurocholsäure; diese ist bei fischen nicht mit Natron, sondern mit Kali verbunden. Während bei den Se das Kali in der Gallenasche sehr zurücktritt, findet sich auch bei den Süsswasserf Schildkröten Natron neben mehr Kali. Diese wechselnde Vertheilung ist sehr m da sie den Ernährungsbedingungen entgegengesetzt ist, welche gerade den Se reichlich Natron zuführen.

Ueber die in 24 Stunden von 1 Kilogramm Thier abgesonderten Gallenmeng gende kleine Tabelle Aufschluss:

1 Kilogramm:	secernirt in 24 Stunden Galle: feucht	trocken	
Mensch (direkt bestimmt)	14,0	0,44 Gramm	J. Ranke
Kaninchen (berechnet)	136,8	2,47 ,,	,,
Meerschweinchen	164	3,28 ,,	,,
Hund	20,0	0,98 ,,	(Bidder und Sc
Katze	14,5	0,82 ,,	,,
Schaf	25,4	1,34 ,,	,,
Gans	11,8	0,82 ,,	,,
Krähe	72,1	5,26 ,,	,,

Zur ärztlichen Untersuchung. — Die Veränderung des Lebergewichts nach der Gel hat zur Aufstellung der sogenannten »Leberprobe« der gerichtlichen Medicin g aber bei den grossen stattfindenden Schwankungen im Lebergewichte und in dem zum Körpergewichte sehr wenig entscheidende Aufschlüsse machen kann. Das des Lebergewichts zum Körpergewichte ist am Ende der Schwangerschaft 1: wachsenen 1 : 36, beim Neugeborenen 1 : 20. Das oben erwähnte Kindspech ist ein Gemisch verschiedener Sekrete, und zwar der Leber, der Bauchspeichel Darmschleimhaut gemischt mit Vernix casiosa von der Embryohaut, welche vom dem Fruchtwasser von Zeit zu Zeit eingeschluckt wird. Daher stammen au Förster nachgewiesenen Epidermisplättchen, Härchen und Fettkügelchen. V bestandtheilen lassen sich Gallensäuren, Farbstoff und Cholesterin nachweisen. nium reagirt schwach sauer. Gase enthält der Embryonaldarm nicht.

Bei Krankheiten findet man hie und da die Gallenabsonderung ganz u wenn diese mit starker Reduktion der Blutmasse Hand in Hand gehen, wie bei Typhu fanden, dass in solchen Fällen der schleimige Gallenblaseninhalt weder Gallenfar Gallensäuren enthalte. Bei Blutungen cessirt ebenfalls die Gallenabsonderung g wird mehr oder weniger vermindert, wie mir direkt darauf gerichtete Versuche an gelehrt haben. Bei Cholera, Morbus Brightii (Nierenexstirpation bei Thieren) f der Galle Harnstoff; in saurer Galle fand man Milchsäure, bei Typhus: Leucin u bei Diabetes mellitus soll sich Zucker in der Galle finden; hie und da Blut, Eiter Arsenik-, Kupfer- und Zuckersalze, Jodkalium, Ferrocyankalium, gehen, in den geführt, in die Galle über. Diese Stoffe finden sich dann auch im Lebergewebe sel ders häufig findet man Leucin und Tyrosin, das man früher für charakteristisch Lebererweichung angesehen hatte. Während der Fettgehalt der Leber normal etw 2—3, 5% schwankt, steigt er bei Fettleber bedeutend (Frerichs, Bibra). Bei Diabe ist der Zuckergehalt der Leber vermehrt. Man glaubte früher, dass sich die ober schweren Metalle und namentlich auch das Quecksilber in der Leber im Körp Nach Sublimatschmierkuren habe ich noch Wochen und Monate nach der nicht nur in der Leber, sondern vor allem in den Lymphdrüsen des Darms, in d Gehirn, Rückenmark und peripherischen Nerven (Brachialis), Milz am aber doch sicher vorhanden, in den Stammmuskeln und dem Herzen Quecks weisen können (Knochen, Knochenmark und Haut wurden leider nicht untersuc der ganze Körper, vor allem Nervensubstanz und Drüsen, noch unter der Q wirkung gestanden hatten.

m Galle nachzuweisen bestimmt man meist nur den Gallenfarbstoff (Bili- qualitativ z. B. im Harn bei Icterus (cf. Harnfarbe). Mit rauchender Salpetersäure tzt geht durch Oxydation der Farbstoff zuerst in eine grüne (Biliverdin), dann blaue, lie, rubinrothe und endlich schmutzig-gelbe Modification über. Um eine Flüssigkeit auf nfarbstoff zu prüfen, bringt man davon etwa einen Zoll hoch in ein Probirröhrchen, end man dieses nun stark neigt, giesst man vorsichtig, damit sich die beiden specifisch hieden schweren Flüssigkeiten möglichst wenig mischen, etwas koncentrirte Salpeter- zu, die auf den Boden des Gläschens sinkt. An der Grenze der beiden Flüssigkeiten n dann die genannten Regenbogenfarben auf, wenn Gallenfarbstoff vorhanden ist (Gme- che Probe). Sehr häufig bildet sich auch bei nicht gallenhaltigen Harnen ein rother Ring r Grenze der wie oben zugegebenen Salpetersäure. Man darf einen Gallenfarbstoffgehalt nnehmen, wenn auch Grün und Blau mit Roth sichtbar ist. Sputa, Erbrochenes etc. t man auf Gallenfarbstoff ebenso direkt wie den Harn.

ch die Prüfung auf Gallensäuren ist sehr einfach. Flüssigkeiten, die grössere n von Galle enthalten, kann man direkt mit der Pettenkofer'schen Probe dar- tersuchen, z. B. galliges Erbrochene, dagegen fast niemals Harn. Diese Probe stützt arauf, dass bei Behandlung einer Cholsäurelösung mit etwas Zuckerlösung und con- rter Schwefelsäure sich diese unter freiwilligem Erwärmen tief purpurroth färbt. Am n bringt man zuerst etwas Schwefelsäure in ein Probirröhrchen, dann darauf die Lösung allensaueren Salze und zuletzt etwas (wenig) Zuckerlösung. Nun schüttelt man, und che Färbung tritt auf das Schönste auf auch bei geringem Gehalt an Gallensäuren.

ch Neukomm bringt man die verdünnten Flüssigkeiten: je ein Tropfen Gallenlösung, nnte Schwefelsäure und Zuckerlösung auf einen Porzellanscherben, rührt sie zusam- mit einem Glasstab und verdunstet nun bei gelindester Wärme (auf kleinster Flamme, r häufigem Wegziehen, sowie die Hitze sich steigert, und Blasen auf die verdunstende igkeit) zur Trockne; es tritt dann eine Rothfärbung des Rückstandes ein, wenn Spuren allensäuren vorhanden waren. Hat man nur etwas grössere Flüssigkeitsmengen zur gung, so scheint die obige Methode vorzuziehen.

weiss färbt sich unter denselben Bedingungen roth. Geringe Mengen von Gallensäuren n meist im Alkoholauszug der Flüssigkeiten, nachdem man diesen noch durch Aether tet, aufzusuchen.

r Nachweis der Cholesterins geschieht mittelst des Mikroskops, das die charakteri- n Cholesterintafeln zeigt (cf. Abbildung S. 280). Makro- und mikrochemisch kann s nachweisen nach der Methode von J. Moleschott. In einem Gemisch von 5 Raum- n koncentrirter Schwefelsäure und destillirtem Wasser (man setzt die Schwefelsäure nweise zum Wasser!) färben sich die Ränder der Cholesterintafeln karminroth; die talle werden mehr oder weniger zerstört; an der Luft geht die Farbe in 2 Stunden in tt über, nach 6 Stunden ist sie verschwunden.

ür die ärztliche Untersuchung sind die **Gallensteine** von besonderer Wichtigkeit, ach Gallensteinkoliken im Kothe gefunden werden und allein die Diagnose absolut fest- n. Sie haben dann dem Durchmesser der Gallengänge entsprechende Dimensionen. In allenblase kommen oft sehr grosse einzelne Steine vor oder sehr viele kleinere, die sich durch gegenseitiges Abreiben polyedrisch facettiren. Sie zeigen sich krystallinisch schalig angeordnet oder nicht krystallinisch, beidemale verhältnissmässig wenig bt (Cholesterin). Manche sind dagegen sehr dunkel gefärbt: schwarz, dunkelgrün, elrothbraun (Bilirubinkalk). Selten bestehen Gallenkonkretionen vorzugsweise aus anischen Salzen: phosphorsauerem und kohlensauerem Kalk. Gallensäuren können lich regelmässig in ihnen nachgewiesen werden. Nach v. Gorup-Besanez verfährt man chemischen Analyse der Gallensteine nach folgendem Schema:

. Die Probe, die man sich durch Abschaben einer geringen Menge des Steines verschafft verbrennt auf dem Platinblech, über der Gas- oder Weingeistflamme erhitzt, mit hell- htender Flamme. Sie ist wenig gefärbt und besitzt deutlich krystallinisches Gefüge oder

ist schalig und nicht krystallisirt, ist in heissem Alkohol löslich, krystallisirt de[s] Erkalten in perlmutterglänzenden Blättchen, die unter dem Mikroskop (man über[lässt] einen Tropfen der alkoholischen Lösung auf dem Objektglas der freiwilligen Ver[dunstung]) die bekannte Gestalt der Cholesterinkrystalle zeigen, Cholesterin. Man konstat[irt es mit] der MOLESCHOTT'schen Cholesterinprobe.

2. Die Probe besitzt eine dunkle Farbe, ist bröckelig, ockerartig und verbrennt [mit ...]schem Geruch

a) in Alkohol und Wasser wenig löslich, löslich in Kali mit dunkelbrauner F[arbe] GMELIN'sche Probe (cf. oben) weist Gallenfarbstoff nach.

b) in warmem Alkohol löslich. Man verdunstet die alkoholische Lösung und [behandelt] den Rückstand mit Wasser. Die so entstandene wässerige Lösung giebt die PETTEN[KOFER'sche] Probe (cf. oben).

Auf einen Gehalt an Gallensäuren prüft man stets auf diese Weise auch di[e] Steine, indem man den Rückstand des Alkoholauszugs mit Wasser behandelt, di[e ...]dene Lösung durch ein kleinstes Filter abgiesst und nun nach der PETTENKOFER'sch[en ...] prüft. So konnte ich in allen Gallensteinen, die ich untersuchte, Gallensäuren in [...] und geringerer Menge nachweisen. Auch der Nachweis der Gallenfarbstoffe vers[agt nach] Methode a) auch bei wenig gefärbten Steinen kaum jemals.

Steine von vorwiegend erdigem Gehalt lassen bei dem Verbrennen auf dem P[latinblech] einen bedeutenderen Rückstand, der nach den für die Harnsteine unten angege[benen Me]thoden näher zu prüfen ist.

Verdauung im Dickdarm.

Unter der Einwirkung der verschiedenen beschriebenen Sekrete legt [der sich] immer mehr verändernde Speisebrei seinen Weg durch den Dünndarm und gelangt in den Dickdarm.

Man hat das Coecum seiner Gestalt nach als einen zweiten Magen b[etrachtet] und so wie jenen als ein Centralorgan der Verdauung. Da man den I[nhalt des] Coecums häufig sauer reagirend findet, so schien auch eine sauere Abson[derungs]flüssigkeit der Coecumschleimhaut die Analogie noch zu unterstützen. E[s ist aber] mit aller Sicherheit erwiesen, dass das Sekret der Coecumschleimhaut al[kalisch] reagirt und sich von dem Sekrete der sonstigen Darmschleimhaut nich[t unter]scheidet. Die sauere Reaktion im Coecuminhalte hat ihre Ursache in eine[r] Gährung, welcher vegetabilische Stoffe an dieser Stelle im Darme un[terliegen]. Die Säure tritt hier demnach im Coecum auch am stärksten bei rein veget[abilischer] Nahrung hervor.

Beim Menschen gelangen in den Dickdarm noch unverdaute Reste [der auf]genommenen Nahrungsstoffe, man findet in seinem Inhalt noch unv[erdaute] Eiweissstoffe, Fette, Stärkemehl etc. Der abgesonderte Darmsaft wird [hier] noch fort und fort auflösend wirken, da er auch an diesen Darmstellen [die] oben beschriebenen verdauenden Eigenschaften: Peptonbildung und Z[uckerbil]dung aus Eiweissstoffen und Stärke besitzt. Stets finden sich hier Bu[ttersäure] und Milchsäure als Zersetzungsprodukte des Zuckers.

Die Aufsaugung im Dickdarm ist eine noch sehr lebhafte, wofür [der] Reichthum an geschlossenen Follikeln besonders im Wurmfortsatze des [...]spricht; der Wasserverlust des Speisebreies, der ihn zum Koth umwand[elt, geht] hier vor sich. Der Versuch, bei sonst behinderter Nahrungsaufnahme ein[e Ernäh]rung durch Klystiere zu ermöglichen, ist vollkommen gerechtfertigt. Es

ingen Erfolge dieser Ernährungsweise weniger dafür zu sprechen, dass die gung im Dickdarm nur gering sei, als vielmehr dafür, dass die Klystiere meist nach unrichtigen Ernährungsgesichtspunkten chemisch gemischt n sind. Die Quantität von Darmsaft, die im Dickdarm abgesondert wird, sehr gering. Er stammt aus denselben Drüsen, die wir auch im Dünndarm ft liefern sahen: aus LIEBERKÜHN'schen Drüsen. Aus Dickdarmfisteln fliesst ft aus; in abgebundenen Dickdarmschlingen sammelt sich eine schleimige an. Zu den Abbindungsversuchen eignet sich der wurmförmige Anhang nddarms bei Kaninchen sehr gut, da bei ihnen dieses Organ eine bedeutende erreicht. FUNKE gewann 2—4 Stunden nach derAbbindung einen Saft, der urmförmigen Anhang strotzend füllte, von trüber Beschaffenheit und alkali- Reaktion. Die Zusammensetzung des filtrirten Saftes war:

Wasser	98,59 %
feste Stoffe	1,41 ,,
davon Asche	0,47 ,,

er Saft veränderte geronnenes Eiweiss weder innerhalb noch ausserhalb örpers. Der filtrirte Saft verwandelte Stärke in Zucker. Der unfiltrirte Saft, er noch abgestossene Cylinderzellen und Pflanzenreste aus der Nahrung lt, setzte den entstandenen Zucker noch weiter in Milchsäure und Butter- um, durch Gährung, wie sie auch im lebenden Wurmfortsatze erfolgte, er mit Stärke gefüllt wurde.

Der Koth.

on seinem Eintritt in das Coecum an verwandelt sich der Darminhalt nach ich in den Koth, den wir im Rectum fertig gebildet finden.

er Rest des Speisebreies verliert an Wasser, die Farbe — von den ver- en Gallenfarbstoffen herrührend, die hier die Salpetersäurereaktion nicht eben — wird bräunlich, immer dunkler, der eigenthümliche, widerliche uch, je nach der Nahrungsweise verschieden, tritt hervor. Die Reaktion urch die, wie oben erwähnt, durch Gährung gebildeten Säuren: Butter- und Essigsäure, fast immer wieder sauer, nachdem sie im Inhalte des darms durch die Zumischung der alkalischen Sekrete nach und nach von n nach innen fortschreitend alkalisch geworden war. Flüchtige Fettsäuren es vor allem, welche den Kothgeruch erzeugen, gemischt mit den übelrie- en Produkten der Pankreasverdauung.

Der Koth wird gewöhnlich als der unverdauliche Nahrungsrest aufgefasst. ikroskop und die Chemie weisen leicht nach, dass in ihm neben den unver- hen auch noch unverdaute, an sich verdauliche Stoffe vorhanden sind. Das skopische Bild, welches Menschenkoth nach verschiedener gemischter Kost ist sehr mannichfaltig: gelbgefärbte, zerstückelte Muskelbündelchen, Binde- e, elastische Fasern, Käsestückchen, Stückchen von hartem Eiweiss; Pflan- te: Spiralfasern, Zellen mit Chlorophyll, Stärkekörnchen etc., dazwischen von Fettsäuren, manchmal die charakteristischen Tafeln der Cholesterin- lle.

flüssigem Kothe finden sich auch mehr oder weniger zerstörte Cylinder-

Schon die letzteren Elemente zeigen, dass der Koth nicht allein rungsresten besteht, sondern dass ihm auch vom Darme aus noch St mischt werden. Ausser den abgestossenen Epithelzellen mit ihrem Inl wir in ihm auch die Ueberbleibsel der in den Darm ergossenen Verdau welche zwar zum Theil, aber nicht vollständig wieder resorbirt werden fehlt im Kothe niemals. Ausser den veränderten Gallenfarbstoffen find normalen Koth immer auch noch ein Theil der Gallensäuren theils unve theils zersetzt vor. Die Glykocholsäure und die Taurocholsäure unte Spaltung, als deren Produkte freie Cholsäure und deren Umsetzproduk dinsäure und Dyslysin entstehen.

Zur Untersuchung des Koths. a. Physiologisches Verhalten. — Die ch sammensetzung des Menschenkothes ist natürlich je nach der Nahrung sehr Nach sehr bedeutender Fleischkost fand ich ihn fast genau von der Zusammen Fleisches, das Mikroskop zeigte nur unverdaute Fleischfasern, theils wohl erhalt den verschiedensten Formen der Maceration und des Zerfalls. Wenige krystallini von Fettsäuren (?) waren eingemischt.

Vergleichen wir die Zusammensetzung des Fleisches mit dem Fleischkothe, die nahe Uebereinstimmung deutlich:

	Fleisch: (Voit und Bischoff)	Fleischkoth vom Menschen: (Ranke)
C	51,95	54,7
N	14,11	12,2
H	7,18	—
O	21,37	—
Salze	5,39	11,9

Die Uebereinstimmung wird noch deutlicher, wenn man bedenkt, dass mit 4% Fett genossen wurden, daher rührt die etwas höhere Kohlenstoff- und etw Stickstoffzahl. Im aschenfreien Fleische beträgt der Stickstoffgehalt 14,9%, im Fleischkothe 13,9%. Der Kohlenstoff in letzterem 62,1%.

Bei einer Nahrung von:

250	Gramm	Fleisch	= 15,22 Gramm N und 228,7 Gramm C
400	,,	Brod	
70	,,	Stärke	
70	,,	Eiereiweiss	
70	,,	Schmalz	
30	,,	Butter	
10	,,	Salz	
2100	,,	Wasser	

zeigte mir der Koth folgende Zusammensetzung:

Wasser	74,07%
feste Stoffe	25,93%
von letzteren Asche	11,8%

Die Elementaranalyse ergab:

C	46,99
N	5,03
H	6,50
O	29,68
Salze	11,80
	100,00

piel der quantitativen chemischen Zusammensetzung mag eine Analyse von BER-
ɔn, die an Menschenkoth angestellt wurde:

Wasser	75,3
feste Stoffe	24,7
gallensauere Salze	0,9
Schleim und Gallenharze	14,0
Albumin	0,9
Extraktivstoffe	5,7
natürliche Speisereste	7,0
Salze	1,2

lzgehalt des Menschenkothes fand ich sehr gleichbleibend zwischen
14% der trockenen Substanz schwankend. Er besteht der Hauptmasse nach aus
ınd Kalksalzen, während die Kali- und Natronsalze zurücktreten.
'heilen Asche von Menschenkoth fand PORTER:

Chlornatrium	4,33
Kali	6,10
Natron	5,07
Kalk	26,46
Magnesia	10,54
Eisenoxyd	2,50
Phosphorsäure	36,03
Schwefelsäure	3,13
Kohlensäure	5,07

ssergehalt des normalen Kothes beträgt etwa 75%, er kann aber durch Zurück-
Darm viel an Wasser verlieren, oder bei rascher Entleerung noch weit wasser-
ı. Täglich werden vom Menschen etwa 30 Gramm feste Stoffe im Kothe abgegeben.
ıischen Kothstoffe sind meist unlöslich in Wasser.

Nahrung genossene organisch sauere Salze erscheinen im Koth in kohlensauere
ındelt wieder.

ıologisches Verhalten des Menschenkothes. — Die häufigste patho-
ränderung des Kothes besteht in der abnormen Zunahme an Wasser bei Diar-
r Grund dieses Wasserreichthums scheint oft nur darin zu bestehen, dass der
so rasch den Darm passirt, dass sich nicht genügend Zeit zur Aufsaugung seiner
ːstandtheile findet. Auf diese Weise können den Organismus enorme Flüssigkeits-
rlassen, da in 24 Stunden nach BIDDER und SCHMIDT 10 Liter Wasser allein aus den
ssäften (Speichel, Magensaft, Galle, Bauchspeichel, Darmsaft) in den Darm er-
den. Auch eine Anzahl von Abführmitteln scheint in dieser Richtung zu wirken
THIRY). Es wäre aber falsch, anzunehmen, wie man es gegenwärtig häufiger thut,
der einzige Grund der Diarrhöen sei. In vielen Fällen vermag der seines Epithels
beraubte Darm die Gewebsflüssigkeiten nicht zurückzuhalten, wozu nur das
rmale Epithel im Stande ist (J. RANKE). Es findet dann eine Transsudation von
sigkeit in das Darmlumen statt mit allen chemischen Eigenschaften jener Flüssig-
iss, Salze des Blutserums etc. Meist erfolgt nebenbei auch noch ein rascherer
durch den Darm, wodurch dem Darmexsudat auch grössere oder geringere
r unveränderten Verdauungsflüssigkeiten: Galle, Pankreassekret, beigemischt
ie Galle erkennt man leicht nach der GMELIN'schen Probe. Das zersetzte Pankreas-
nt unter Zusatz von Chlorwasser eine rosenrothe Farbe an; dieselbe Farbe tritt
in eiweiss- und schleimhaltigen Darmentleerungen auf. Vermehrung der Schleim-
g im Dickdarm bringt sehr schleimhaltige Darmentleerungen hervor. In einem
arrhalischen Stuhl entdeckte LIEBIG: Alloxan ($C_4 H_2 N_2 O_4$), ein Zersetzungspro-
ɪrnsäure, welches der eintrocknenden Masse von selbst eine rothe Färbung er-

theilte. Da Alloxan in Harnstoff überzugehen vermag, so ist dieser Fund einer Zw zwischen Harnsäure und Harnstoff im Organismus für die Theorie der Harnstoffb grosser Wichtigkeit.

Bei Darmkatarrhen finden sich hie und da so massenhaft abgestossene Cylinder dass der flüssige Koth dadurch ein milchiges Ansehen erhält (Chylorrhea); das durch massenhafte Beimengung von Eiter- und Schleimzellen erfolgen. Bei ze Processen im Darme finden sich natürlich Gewebsreste auch im Koth, ebenso krankhaften Neubildungen, Blutkörperchen, geronnener Faserstoff (Blut). Bei rhen, Ruhr etc. wimmelt die Darmentleerung von unzähligen niedersten Organism thrixgebilden (cf. Harn) und Infusorien; die ersteren finden sich auch sonst Menge regelmässig vor). In alkalischen Stühlen bei Typhus, Ruhr finde sehr reichlich die »Sargdeckel« der phosphorsaueren Ammoniak-Magnesia-Kr Harn).

Die Exkremente nach Calomelgebrauch enthalten häufig unzersetzte, durc LIN'schen Probe nachweisbare Galle, beinahe konstant; nach Eisengebrauch fin Koth Schwefeleisen.

Die Darmentleerungen bei Ruhr (Dysenterie) sind der Hauptmasse nach T reich an Albumin, Kochsalz. Sie enthalten meist geringere oder grössere Menge derte Galle. Solche Stühle werden zweischichtig (hie und da dreischichtig), ind festeren Partien: Blut, Eiter, Schleim, Epithelien, Krystalle, Speisereste, Körne meist bräunlich gefärbt, zu Boden senken, während eine trübe (oft nur von Fäulu men getrübte) seröse Flüssigkeit oben steht. Dasselbe ist bei Typhus der Fall, Stuhl, wie meistens, flüssig ist. Letzterer ist sehr stinkend, da die Gallenprod leidet (cf. oben S. 294), stark alkalisch. Der Bodensatz besteht aus den angegel stanzen, unter denen nur meist das Blut fehlt. Die Flüssigkeit enthält Albumin u Chloralkalien, aber meist keine Galle. Die Typhusstühle behalten den Charakter die bei Ruhr mehr und mehr verschwinden.

Die Choleraentleerungen aus dem Darm sind ebenfalls Transsudate mit beigemischten Darmepithelien, die ihnen das charakteristische »reiswasserähnliche ertheilen. Sie enthalten wenig gelöstes Eiweiss, aber viel Kochsalz und keine Salpetersäure färben sie sich rosenroth wie die Typhusstühle.

Bei Ikterus, durch Verhinderung des Gallenabflusses in den Darm, hat de weissgraue Farbe, riecht faulig und ist ungemein fettreich; enthält keine Reste d

Die hellgelben, hie und da grünlichen Exkremente der Säuglinge en Fett, unverdautes geronnenes Casein, unveränderte Galle. Von dem Meconiu S. 294 die Rede. Bei dem Ikterus der Neugeborenen, der normal in Lebenstagen eintritt, sind die dazu gehörigen Exkremente getrennt noch nicht tersucht.

Die Farbe des Koths ist normal bei gemischter Kost gelbbraun oder h Milchgenuss gelb, nach Calomel grün, da das Schwefelquecksilber in der Mas grün erscheint; nach Eisenpräparaten grün oder schwarz; letzteres auch nach lichen Genuss von Schwarzbeeren (Heidelbeeren Vaccinum myrtillus). Nach I sind sie grün. Schwarzblaue Partikeln fand ich im Koth nach Gebrauch von Jod Jodstärke. Rhabarber und Safran färben den Koth lichtgelb, Blut roth, rothbra den Grasfressern rührt die grüne Farbe des Koths von Chlorophyll her.

Die Salze des Koths.

Die überwiegende Menge der anorganischen Bestandtheile des norm sind, wie die oben mitgetheilte Analyse derselben lehren kann, Kalk, und Phosphorsäure. Die löslichen Salze werden aus dem Darmsaft v

t. Die unlöslichen Aschenbestandtheile der organisirten Stoffe sind mit
n inniger Verbindung. Fast alle Eiweisssubstanzen der Pflanzen und der
liefern bei der Veraschung neben phosphorsauerem Kali die unlöslichen
lungen des Kalks und der Magnesia mit Phosphorsäure, die an sich nur in
löslich sind. Ihre innige Verbindung mit den organischen Substanzen
raus hervor, dass sich diese zum Theil in Wasser, zum Theil in alkalischen
keiten auflösen, ohne ihre Phosphate auszuscheiden, ebenso wenig findet
t bei der Lösung derselben im alkalischen Pankreas- oder Darmsaft. Durch
dauung werden diese Salze von den organischen Stoffen getrennt, mit
sie verbunden waren, das Resultat der Verdauung ist also die Bildung
nicht mehr löslicher Salze, die sich nun z. B. als phosphorsauere Ammo-
agnesia ausscheiden können. Soweit diese aufgenommen werden, treten
l noch mit den verdauten Eiweissstoffen verbunden in die Säftemasse ein,
das Eiweiss zu ihrer Verdauung besondere Wichtigkeit erhält. Die meist
Reaktion des Dickdarminhalts begünstigt eine theilweise Aufnahme der-
ebenfalls, wie die Reaktion des Magensaftes.
an hat darauf aufmerksam gemacht (KÜHNE, MEISSNER), dass die Darmver-
in der Abtrennung der genannten phosphorsaueren Salze von ihren orga-
Stoffen eine gewisse Aehnlichkeit mit der Fäulniss zeigt, die schon im
n Organismus (J. RANKE) z. B. nach Impfung brandiger Wundbestand-
bei Kaninchen eine Abspaltung und krystallinische Ausscheidung der phos-
ueren Salze (phosphorsaueren Ammoniakmagnesia) von den Albuminaten
Geweben hervorbringt. Nach einer Bemerkung MEISSNER's sollen die fau-
Eiweisssubstanzen auch zunächst in den Peptonen sehr ähnliche Modifika-
übergeführt werden. So kommt die alte Lehre von der »Faulung« der
offe bei der Verdauung (cf. S. 275) wieder einigermassen zur Geltung.

Die Gase des Darms.

ganzen Verdauungskanale finden sich Gase vor. Es unterliegt keinem
, dass sie zum Theil aus der Luft stammen, die mit dem schäumenden
el in den Magen herabgeschluckt wird, und so in den Darm gelangen.
er verschluckte Sauerstoff wird dort zu chemischen Aktionen verwandt oder
n Blutkapillaren aufgesaugt, sodass in geringem Maasse eine Magenathmung
ei dem Menschen und den höheren Thieren vorkommt, wie sie in grösse-
assstabe bei dem Schlammpeizger, Cobitis fossilis, nachgewiesen ist. Für
men aufgenommenen Sauerstoff finden sich im Magen 2 Volumen Kohlen-
In den Gasen der Gedärme fehlt der Sauerstoff gänzlich oder er ist im
rm höchstens in Spuren vorhanden. Die Magengase (Kohlensäure und
off) mischen sich dem Darminhalt bei, der zunächst in Folge von Butter-
hrung noch Kohlensäure und Wasserstoff, etwa in gleichem Volumen, zu-
In dem Dickdarm des Menschen findet man ausser den drei genannten
noch reichlich sogenanntes Gruben- oder Sumpfgas, d. i. den leichten
wasserstoff CH_4 und zuweilen Schwefelwasserstoff. Bei Hunden soll der
wasserstoff, bei Pflanzenfressern der Schwefelwasserstoff fehlen, bei diesen
Kohlenoxyd (?) nachgewiesen haben. Der Schwefelwasserstoff tritt nur

nach dem Genuss von Fleisch auf, sodass er aus der Zersetzung der Alb[illegible] im Darm stammen muss. Es stammt, wie das Auftreten des Wasserstoffes, [illegible] das des Kohlenwasserstoffes von den im Darm eintretenden Gährungsv[illegible] Diese Gase werden auch in der Athemluft gefunden und entstammen d[illegible] allein der eben genannten Quelle, ohne dass man sie in direkten Zusam[illegible] mit dem Respirationsprocess bringen dürfte.

Planer fand die Darmgase je nach der Nahrung verschieden: bei H[illegible] früchtennahrung fand sich im Hundedarm sehr viel Wasserstoff, der bei F[illegible] nahrung fast ganz fehlte.

Dünndarmgase vom Hunde:

	nach 4tägiger Fleischfütterung	nach 4tägiger Hülsenfruchtfütterung
CO_2	28,62 Vol.%	47,34 Vol.%
H	Spuren	48,69 ,,
N	62,44	3,97 ,,
O	—	—

Die Dickdarmgase vom Menschen, die Ruge mit einem besonderen Saug[illegible] aus dem Anus gesammelt hatte, zeigten folgende Zusammensetzung:

	Nach gemischter Kost:	Nach Milchdiät:	Nach 4tägigem Genuss von Leguminosen:	Nach rein[illegible] Fleischk[illegible]
CO_2	40,51	9,06	21,05	8,45
N	17,50	36,71	18,96	64,41
CH_4	19,77	0	55,94	26,45
H	22,22	54,23	4,03	0,69
SH	Spur	—	—	Spur.

Menschliche Faeces, der freiwilligen Zersetzung an der Luft überlassen, [illegible] fort Kohlensäure, Wasserstoff, Sumpfgas und Spuren von Schwefelwasse[illegible] entwickeln.

Die Desinfektion der Darmentleerungen (hygieinische Bemerkungen). — Die im Or[illegible] entstehenden aus der Verbrennung stammenden Gewebsschlacken zeigen sich [illegible] starke Gifte, die möglichst rasch aus dem Körper: durch Athmung und Harn [illegible] den müssen, um die Lebensvorgänge nicht zu beeinträchtigen oder zu vernichten.

Die Schlacken der Nahrungsstoffe und der Verdauungsgewebe, welche auf dem W[illegible] Darmes den Körper verlassen, theilen im frischen Zustande diese verderblichen [illegible] schaften kaum. Selbst die Darmentleerungen Cholera- und Typhuskranker [illegible] keinerlei Gefahr hervor, wie die bisherigen Erfahrungen an Aerzten und Wärtern [illegible] ergeben scheinen.

Dagegen entwickeln sich in den zersetzenden Ausleerungen nicht nur der Kran[illegible] dern auch der Gesunden stark wirkende, der Luft und dem Wasser sich mittheile[illegible] welche zu Ansteckung Gesunder, die in solcher Luft und von solchem Wasser [illegible] leben, führen können. Die Art des Giftes ist noch nicht mit Sicherheit ermittelt. A[illegible] scheinen vornehmlich zwei verschiedene Arten davon aufzutreten. Nennen wir sie in E[illegible] lung näherer Kenntniss: Typhusgift und Choleragift. Das erstere Gift kann aus allen [illegible] organischen, besonders thierischen Materien sich bilden. Am häufigsten aber ist se[illegible] stehung aus sich zersetzenden, in den Boden gesickerten Exkrementen, wohin [illegible] Aborten und besonders den in manchen Städten üblichen ungemauerten Vers[illegible] gelangen. Der berühmte Fall von Griesinger zeigt, dass wir es hier mit einer Wi[illegible]

, die unter Umständen des Erdbodens nicht bedarf, um sich geltend zu machen. Gastmahle wurde bei 500 Personen durch verdorbenes Fleich eine Vergiftung, aus yphus entwickelte, hervorgebracht. Am intensivsten aber scheint die Giftent- ıus faulenden Exkrementen Typhuskranker zu sein. Das Choleragift wird aus ung der Cholera-Exkremente erzeugt.

ubt meist, dass diese Krankheitsgifte organisirter Natur seien: Fermente, Zel- dürfen zu ihrer Entwickelung gewisser äusserer Umstände.

ı dem einen Krankheitsgifte gilt, lässt sich auch auf das andere anwenden. Wir n uns im Folgenden auf das, was Griesinger, von Pettenkofer und Wunderlich ıoleragift mitgetheilt haben.

emenge von frischem Harn und Koth nimmt nach wenigen Tagen in Folge von ıschung eine alkalische Reaktion durch Bildung von kohlensauerem Ammoniak ın in der Luft der Abtritte durch befeuchtetes Kurkumapapier, das sich bräunt, kann. Diarrhoische Darmentleerungen reagiren häufig schon im frischen Zu- lisch, und gerade bei den Cholera-Entleerungen ist dies die Regel. Die That- sen nun darauf hin, dass der eingeschleppte »Cholerakeim« überall um so üppiger d wuchert, je ausgedehnter und ergiebiger die Einwirkung des alkalischen Abtrittgruben auf den Boden und die Luft eines Hauses ist. Es liess sich er- l die bisherigen Versuche sprechen schlagend dafür, dass das Verhindern des .er alkalischen Reaktion, oder wie sie bereits eingetreten ist, ihre Neutralisation utlichen Auftreten einer saueren Reaktion die Entwickelung des Giftes ver-

ın Dieses mit allen in Wasser löslichen, sauer reagirenden Metallsalzen erreichen, en mit Eisenvitriol. Manganchlorür, schwefelsaueres, und Chlorzink leisten ıusser den Metallsalzen kann auch die als Destillationsprodukt der Kohle erhaltene lsäure die sauere Reaktion frischer Exkremente erhalten, zur Ansäuerung alkali- sie dagegen nicht dienen. Die präservirende Kraft der Metallsalze kann durch ›rst geringen Zusatz von Karbolsäure sehr erhöht werden. Als gasförmiges Des- ıittel dient am besten schwefelige Säure durch Schwefelverbrennung

ım Eisenvitriol reichen durchschnittlich für eine Person täglich hin, die Exkre- :r zu erhalten. 3—4 Gramm reiner Karbolsäure auf 100 CC Wasser leisten bei ren Exkrementen dasselbe.

hat angegeben die Kloakenflüssigkeiten mit einer Flüssigkeit (»Süvern'- se«) zu desinficiren, welche 240 Theile Wasser, 100 Theile Kalk und variable r nach Hausmann 10 Theile Chlormagnesium und 6 Theile Theer enthält. Im Theer arbolsäure, der Kalk reisst durch einen voluminösen Niederschlag, den er erzeugt, men der Flüssigkeit nieder, die in ihm bewegungslos werden. Das Chlormagnesium Ammoniak. Hausmann untersuchte unter Virchow's Leitung Berliner Kloaken- nalwasser). Er beschreibt dasselbe als eine trübe grünlich graue Flüssigkeit von Geruch und einem dunklen Bodensatz von humificirten Planzenresten, Sand etc. gen Verunreinigungen und sehr verschiedenartigen Infusorien, Algen, Pilzen (Fäul- Leptothrix, Schizomyceten) in grosser Zahl. Nach der Desinfektion mit der Sü- Masse war das Wasser klar, farblos, roch nach Theer und reagirte alkalisch und n niederen Organismen. An der Luft bildete es ein Häutchen von kohlensauerem allmählich zu Boden sank und dabei die von der Luft zugeführten Pilze und Pilz- erzog, sodass Gährung und Pilzbildung 8—10 Tage verhindert wurden. Die von Theer verhütet die Bildung niederer Organismen länger als Kalk, tödtet lie Karbolsäure, grössere Infusorien erst nach einigen Tagen, die Pilze, Bakterien en sich dann noch. Auch das beweist, dass Karbolsäure allein nicht angewendet l.

Zur Reinigung beschmutzter Wäsche, Fussböden etc. dient am besten Zink Chlorzink, die keine Flecken hinterlassen. Dass die Desinfektion zu beginnen man sich volle Wirkung von ihr versprechen will, ehe die Vergiftung der Ein Hauses oder einer Stadt schon stattgefunden, ist selbstverständlich.

Der physiologisch gebildete Arzt muss an die schädlichen Wirkungen der mente bei seiner auf Gesundheitspflege gerichteten Thätigkeit nicht weniger de andere Gifte.

Man hat versucht die Salpetersäure als Mass zu benützen für die stattgefun reinigung des Wassers, z. B. Flusswassers durch organische Abfallstoffe. Verhä rasch werden nämlich bei der grossen Vertheilung im Flusswasser die organi durch Oxydation zerstört, der Stickstoff in Salpetersäure umgewandelt. Beimis grösseren Mengen Salpetersäure deuten also meist darauf hin, dass das betreff unrein war und also noch immer verdächtig ist.

Neuntes Kapitel.

Iechanik der Verdauung; Chylus und Lymphe.

1.

Bewegung der Nahrungsstoffe im Nahrungsschlauch.

Allgemeine Uebersicht.

die chemischen Veränderungen der Nahrungsstoffe durch die Verdauung
sich eine Reihe mechanischer Vorgänge an, theils dazu bestimmt, die
en Aktionen zu ermöglichen und zu unterstützen, theils der Erfüllung
tlichen Zweckes aller Verdauung vorzustehen: die gelösten Nahrungs-
dem Darmkanal in die Säftemasse des Organismus überzuführen.
Nahrung muss von dem Organismus ergriffen, in der Mundhöhle von den
rkleinert und, überzogen und gemischt mit Speichel und Mundschleim,
eigens dazu vorhandenen Muskelapparat in den Magen hinabgeschluckt
Die Bewegungen des verdauenden Magens lassen abwechselungsweise
ene Partien der aufgenommenen Nahrung an den Mündungen der Magen-
ndernden Drüsen hin gleiten und befördern so die innige gleichmässige
mit diesem wichtigen Sekrete. Erst wenn diese eingetreten ist, wenn die
ben war für energisch verdauende Wirkungen, wenn aus der Nahrung
ebrei geworden ist, öffnet sich der Muskelverschluss des Pförtners und
nischen Stössen wird der Speisebrei dem Zwölffingerdarm übergeben;
er gemischt und verdünnt mit den dort zufliessenden Säften des Pankreas
Leber durch wurmförmige Kontraktionen langsam den langen Windungs-
Darmes hinabgepresst wird. Auf der ganzen bisher genannten Strecke
h die mechanischen Bedingungen verwirklicht, um den in Flüssigkeiten
lten Nahrungsstoffen den Durchtritt durch die Darmwand in die Blut-
ph- resp. Chylusgefässe zu gestatten. Ein Schliessapparat regulirt am
Darmes den Austritt der unverdauten Stoffe und entlässt diese endlich
h.

Mechanik der Mundverdauung.

Die Aufnahme der Nahrungsstoffe erfolgt durch das Mundes, wozu der Unterkiefer herabsinkt. Flüssigkeiten werden me oder eingeschlürft. Beide letztgenannten Aufnahmsarten beruhen a verdünnung innerhalb der Mundhöhle, die entweder bei möglichst v Luftabschluss durch Erweiterung der Mundhöhle erzeugt wird, ind Mundhöhlenboden sich senkt — Saugen der Säuglinge —, oder d Einziehen eines Luftstromes in ähnlicher Weise wie bei gewissen G dem Saugen werden die möglichen Luftzugänge in der Nasen- und durch die vorderen Gaumenbogen und die Zunge abgeschlossen. D schliesst sich durch festes Anlegen der Lippen um das die Flüssigke Gefäss, z. B. die Brustwarze, die Flaschenmündung etc. Beim Trinken verschliessen wir die Mundspalte mit der Flüssigkeit selbst tern den Brustraum bei vollkommenem Abschluss aller Zugänge zu Durch die dadurch entstehende Luftverdünnung in der Mundhöhle w sigkeit ebenso angesaugt wie bei mageren Personen die Wangen einsinken.

Die Verkleinerung der festen Speisen wird durch die Kiefer be Zahnreihen in verschiedener Weise zusammengedrückt und schleifen bewegt werden können. Zwischen diese Schneide- und Quetschap die Speisen durch die Muskulatur der Lippen, Wangen und Zunge h gehalten und wieder daraus entfernt, um nach inniger Mischung mit Bissen geformt zu werden.

Die Zunge ist von den erwähnten Organen zweifelsohne das auf ihrer Bewegungsfähigkeit, ermöglicht durch ein wunderbar vielfältig getheilter, quergestreifter Muskelfasern, nicht nur diese niedere thierische Funktion, sondern auch die höchste der menschli thätigkeiten beruht: die Sprache.

Ein Theil der Muskelfasern verläuft ausschliesslich in der Zun das dünne, die Zunge in zwei seitliche Hälften spaltende Fasergev genscheidewand — Septum linguae — Ansatzpunkte für sie schaff Schleimhaut der Zunge heften sich zahlreiche Muskelfasern mit m Sehnen an. Die grösste Menge der Fasern entspringt aber als anfän dem Messer leichter trennbare Muskeln von Unterkiefer, Zungenbe fenbein, und nur an der Zungenspitze sind sie so innig mit einander sie kaum mehr unterschieden werden können. Im Allgemeinen zei muskulatur drei Verlaufsrichtungen: der Länge nach, quer und se

Den inneren Kern der Zungenmuskelmasse bilden nach Köl die beiden Kinnzungenmuskeln: Genioglossi und der quere Zungenm versus linguae. Zu beiden Seiten des Septum linguae verläuft in Ausbreitung der Genioglossus, die Mitte des Organes von der S Wurzel einnehmend. Seine Bündel (Fig. 79) stehen an ihrem Ursp und in der Mitte des Organes direkt an einander an, spalten sich viele senkrecht neben einander zur ganzen Oberfläche der Zunge a dort endende Blätter, zwischen die sich die querlaufenden Fasern d

ässig einschieben und die überbleibenden Zwischenräume ausfüllen. Transversus zerfällt, da er jederseits von dem Septum entspringt, in nte Hälften; n kürzesten den sich et- ufwärts, um ntheilen des ens an der t zu enden, Fasern in- ch an den Zungensei-

den genann- n werden von yoglossus, loglossus, itudinalis und supe- hsam einge-

oglossus ahmt Verlaufe an ntheilen der



Fig. 79.

Längsschnitt der Zunge des Menschen in natürlicher Grösse, die Umrisse nach ARNOLD Icon. org. sens: *g. h.* Geniohyoideus, *h.* Zungenbein, *g.* Genioglossus, *g'.* Glossoepiglotticus, *tr.* Transversus linguae, *l. s.* Longitudinalis superior, *e.* Epiglottis, *m.* Maxilla inferior, *d.* Schneidezahn, *o.* Orbicularis oris, *l. m.* Levator menti, *i.* Glandulae labiales, *f.* Folliculi linguales, *gl.* Glandulae linguales cum ductibus.

Genioglossus nach. Auch seine Muskelmasse spaltet sich an der Unter- Zungenrandes in querstehende Blätter, die sich aufwärtssteigend zwi- jenigen Blätter des Transversus einschieben, welche vom Genioglossus enommen werden. Das eine Bündel des Styloglossus verläuft am Zun- nach unten und einwärts zur Schleimhaut der Zungenspitze; das zweite sselben Muskels schiebt sich zwischen die anderen Zungenmuskeln d endet an der Scheidewand. Zwischen Genioglossus und Hyoglossus an läche der Zunge verläuft das Längsbündel des Longitudinalis inferior. den obersten Transversus-Fasern und der Schleimhaut findet sich noch sfaserschichte, welche die ganze Länge und Breite der Zunge einnimmt KÖLLIKER als Longitudinalis superior bezeichnet wird. Derselbe Forscher r Zungenspitze noch selbständige senkrecht stehende Fasern.

e komplicirte Verlaufsrichtung wird durch die Entdeckung, dass sich die Muskelprimitivbündel an ihren Enden vielfältig theilen, noch verwickel- ht. In der Zunge des Frosches sind diese Verzweigungen leicht aufzu- ig. 80). Feinste Ausläufer der Primitivbündel verlaufen hier in den eschmackswärzchen bis zur Spitze (WALLER, AXEL KEY, BILLROTH).

der Darstellung (nach KÖLLIKER) ergiebt sich: Die senkrechten Fasern vom Genioglossus in der Mitte jeder Zungenhälfte, an den Seiten ongitudinales und dem Hyoglossus, an der Zungenspitze kommen selbständigen senkrechten Fasern des Perpendicularis hinzu. Die Fasern spalten sich alle in senkrecht stehende Blätter, in deren Zwi- me sich die querlaufenden Fasern vom Transversus und Stylo-

glossus einschieben. Meist unmittelbar unter der Schleimha Längsfasern vom Longitudinalis superior, L. inferi Styloglossus stammend. In gewissem auch die Ursprungsfasern des Genioglo sich senkrecht umbiegen, hinzu gerechnet

Fig. 80.



Ein verästeltes Primitivbündel von 0,018''' aus der Zunge des Frosches, 350mal vergr.

Ehe wir die Betheiligung der Zunge an bewegungen näher betrachten, müssen w veränderungen der Zunge und ih Bewegungen vorerst im Allgemeinen etwa ganz abgesehen zu welchem Zwecke diese dienen, ob zum Kosten, Schmecken, Schl Sprechen etc. An anderen Stellen wird vo fenden speciellen Bewegungen des Orga werden müssen.

Da die Zunge mit dem Unterkiefer u genbeine durch ihre Muskeln verbunden sie passiv allen Bewegungen dieser Knoc

Durch die Zusammenziehung der se Fasern wird die Zunge breit und gla traktion der Querfasern wird bei ersch fasern die Zunge verlängern, bei gleichze keit der Längs- und Querfasern Zunge ein fester, rundlicher, dicker Zap zung wird erzeugt durch die kontrahirten Längsfasern.

Die mannigfaltige Anordnung der Zu ihre Sonderung in einzelne Muskelindividu im Allgemeinen ein gleicher Zweck erreicht werden kann, die aber derte Kontraktion zulassen, macht es anschaulich, wie vielfältig, Formgestaltung und Bewegung der Zunge sein könne. Bei einmal a Gestalt kann die Zungenspitze nach allen Richtungen in der Mund werden, wozu nur eine einseitige Kontraktion ihrer äusseren Läng derlich ist. Durch alleinige Zusammenziehung der innersten senkr wird der Zungenrücken zum Löffel ausgehöhlt; der Zungenrücken durch die Kontraktion der untersten Querfaserschichten.

Aus den Ansatzverhältnissen wird leicht verständlich, dass di durch den Hyoglossus nach hinten und unten, durch den Styloglos sopalatinus nach oben gezogen werden kann. Durch die hinterst Genioglossus kann sie etwas nach vorne gezogen werden, wie aus des Faserverlaufes direkt hervorgeht.

Die Muskelfasern erhalten ihre Bewegungsantriebe vom N. Hypo dessen normaler Erregbarkeit und Erziehung die Fähigkeit zu den Bewegungen basirt, wie sie vor allem bei dem Sprechen von der Z werden.

Bei dem Kauen der Speisen werden von der Zunge und der höhlenmuskulatur, vorzüglich dem Buccinator, verhältnissm Dienste verlangt, indem sie den Mundhöhleninhalt nur in der Mu

n, mit Speichel zu mischen — einspeicheln — und zwischen die Zähne haben. Beim Kauen sind vor allem die Kiefer thätig. Durch Anpressen iefers senkrecht gegen den Oberkiefer können festere Stoffe zwischen erförmigen Schneidezähnreihen und den spitzen Eckzähnen förmlich n und zersprengt werden, zerquetscht und zermalmt werden sie zwi- flachen, höckrigen Kronen der Backenzähne.

ntwickelungsgeschichte. — Die Mundhöhle ist nicht von Anfang an in Verbindung armhöhle, sie entsteht als eine buchtförmige Einstülpung des Hornblattes, die r in den Darmkanal durchbricht. Dieser Vorgang ist darum von noch grösserer Be- weil er lehrt, dass eine Einstülpung des Hornblattes auch bei der Bildung der Mund- dem Geschmacksorgan eine Hauptrolle spielt, wie bei der Bildung der drei höhe- sorgane. REMAK beobachtete am Hühnerembryo am dritten Brüttag die »Mund- erst als eine Grube im Bereiche des ersten Kiemenbogens unterhalb des vordersten rhirn umschliessenden Schädelendes, die durch selbständige Wucherung des Horn- nd durch Vortreten der Ober- und Unterkieferfortsätze des ersten Kiemenbogens itert, und sich nach aussen durch eine quere Mundspalte öffnet. Nach hinten st sie eine dünne Scheidewand einerseits vom Hornblatt, andererseits vom Darm- att bekleidet, die mittlere Lage wird von der Darmfaserschicht des Vorderdarms Schon am vierten Brüttag entsteht in dieser Scheidewand eine Spalte »Rachen- welche Mundbucht und Vorderdarm verbindet, bald verschwinden die Reste der and gänzlich und die beiden Höhlungen communiciren durch eine weite Oeffnung. ang der Mundschleimhaut vereinigt sich mit dem Hornblatt bald eine oberflächliche mittleren Keimblatts (KÖLLIKER). Die erste Anlage der Zunge zeigt sich bei dem n in der sechsten Woche. Sie erscheint als kleiner Wulst in der Mittellinie der in- che des ersten Kiemenbogens und zwar aus einem nach innen von diesem gelege- ungsmaterial, das später vorzüglich zum Genioglossus wird. Der Zungenwulst n die Länge und Breite und nimmt bald die Gestalt der Zunge an; schon im dritten ntwickeln sich die Zungenpapillen, und zwar zuerst die Circumvallatae und Conicae r, KÖLLIKER). KOLLMANN entdeckte bei einem menschlichen Embryo vom Ende der Woche eine bilaterale Anlage der Zunge in Form zweier Wülste zwischen den erfortsätzen. Daraus erklären sich die Beispiele angeborener Zungenspaltung und ten gespaltener Zungen bei Eidechsen und Schlangen. Vor Ende des zweiten uchern die Oberkieferfortsätze des ersten Kiemenbogens in horizontaler Richtung en als Gaumenplatten, die zuerst eine Spalte, »Gaumenspalte«, zwischen sich ich bald aber zu dem harten Gaumen vereinigen (von der achten Woche an). In der Woche ist der harte Gaumen vollkommen geschlossen, der weiche noch gespalten. weiten Hälfte des dritten Monats ist das Velum gebildet. Wolfsrachen, Hasen- ten, Lippenspalten sind als Stehenbleiben auf embryonalen Bildungsstufen zu . Durch die Ausbildung des Gaumens trennt sich die anfänglich einfache, primi- ndhöhle in einen respiratorischen Abschnitt und die eigentliche Mundhöhle.

ergleichenden Anatomie. — Bei den Amphibien und Fischen bleibt die »primitive Mund- Bei den Reptilien beginnt der Scheidungsprocess der Mundhöhle durch die Entwicke- Gaumens in zwei Etagen, von denen die eine durch Ausbildung der Nasenscheide- och weiter in zwei seitliche Höhlen, Nasenhöhlen getrennt werden kann. Bei den en und Eidechsen schreitet dieser Scheidungsprocess weniger weit vor als bei den öten und Krokodilen. Bei den Säugethieren ist die Trennung am vollkommen- dass nur noch im Pharynx Mund- und Nasenhöhle kommuniciren. Die Mundhöhle i Säugethieren noch weiter durch den muskulösen Apparat des Gaumensegels ab- t, seine mediane Verlängerung, Uvula, findet sich nur bei Menschen und Affen. nge bildet bei den Fischen meist nur einen durch den Schleimhautüberzug des beins gebildeten flachen Wulst; oft ist sie mit Zähnen besetzt. Bei den Amphibien

tritt eine selbständigere Zungenmuskulatur auf, die Zunge erscheint als ein ... bares Gebilde. Bei den Reptilien (Eidechsen und Schlangen) wird die an der ... vorstreckbare Zunge mit einer Scheide umgeben. Das Epithel der Zunge ist ... hornt und bildet an der oberen Fläche Schuppen und Höcker. Bei Schildkr... dilen ist die Zunge breit und flach. Unter den Vögeln bildet bei den Pap... ein massives, fleischiges Organ, bei anderen ist das vordere Ende meist ... Epithelschichten bedeckt, bei den Spechten mit seitlichen Widerhaken, ... mit feinen Borsten besetzt. Bei den Säugethieren ist je nach der Nahrung die Z... entwickelt, sie ist muskulös, vorstreckbar. Die Zunge kann bei der Nahrung... verschiedene Verrichtungen übernehmen. Bei Echidna ist die Zunge lang ... Myrmecophaga wurmförmig, bei Nagern und Wiederkäuern ist der hinter... trächtlich höher als der vordere. Unter den Papillen sind die Papillae circum... stantesten, die stets den Rücken der Zungenbasis einnehmen, bei Halma... nur eine, bei Edentaten zwei (GEGENBAUER).

Die Zähne.

Man unterscheidet an jedem Zahne drei verschiedene Theile, ... das Zahnfleisch hervorragende Krone, den vom Zahnfleisch be... und die in den Kiefer (Alveole) eingekeilte Wurzel. Im Innern fi... Höhlung, welche in den Wurzelspitzen ausmündet. Diese Höhlung ... Zahnmasse wird durch nerven- und gefässreiches Bindegewebe, die P... durch feine Kanälchen, welche den Zahn durchziehen und in die Za... den, geschieht die Zahnernährung.

Der Zahn wird von dreierlei verschiedenen Geweben zusamme... Wurzel wird vom Cement überzogen, der den Bau der Knochens... Die Krone überkleidet der Schmelz, das innere Zahngewebe, we... offen zu Tage tritt, wird als Zahnbein oder Elfenbein bezeichn...

Die das Zahnbein durchziehenden feinen Kanälchen (0,0005—... laufen parallel neben einander her senkrecht auf die Begrenzungsfla... höhle, sodass sie auf einem Querschnitt fast überall eine radienförm... zeigen. Die Zahnkanälchen haben eine besondere Wand. Die ein... chen theilen und verbinden sich, ohne im Allgemeinen ihre Verla... ändern, mannigfaltig. Die Grundmasse zwischen den Kanälchen ist ... Allgemeinen lässt sich das Zahnbein als modificirte Knochensubst... (Fig. 82).

Die Pulpa dentis, der Zahnkeim besteht aus gallertigem ... mit vielen runden oder ovalen kernhaltigen Zellen. Die Zwisch... fasrig. Das eintretende arterielle Stämmchen spaltet sich mehrf... im Zahnkeime in Kapillaren zu zerfallen. Die Aussenfläche des Z... setzen cylindrische Zellen mit länglichem Kerne, welche feine, w... in die Zahnkanälchen aussenden, welche letztere ganz ausfüllen: D... (Fig. 83).

Der Cement beginnt an der Grenze der Schmelzschic... Lage und erreicht an der Wurzel seine grösste Dicke. Es finde... gewöhnliche ästigverzweigte Knochenzellen, welche sich theils u... theils mit einzelnen Zahnkanälchen verbinden.

Der Schmelz oder Email besteht aus langen dicht an ein...

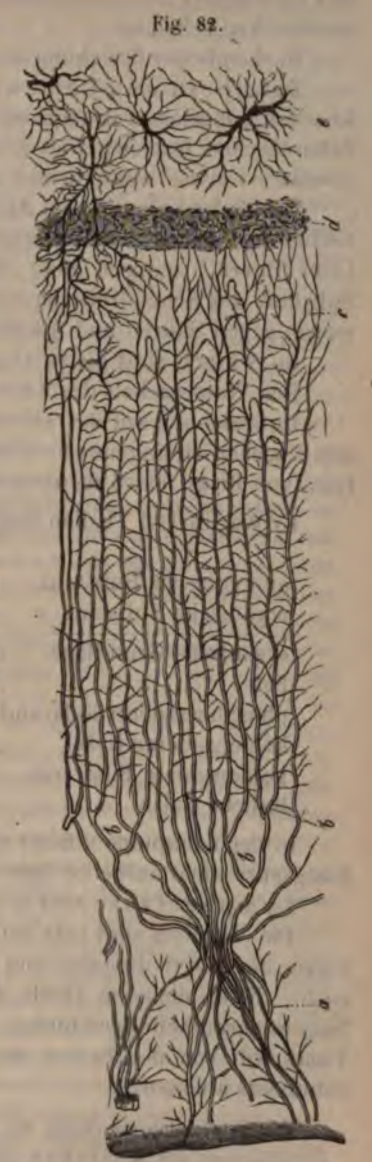
eckigen Fa-
Säulen, den
rismen oder
ulen, 0,0015
breit, welche
les Schmelzes
durchsetzen.
erinnern an
durch das
be des Auges;
hnittenen Fa-
ein zierliches
artiges Felder-
r- oder sechs-
lerchen dar.
chmelz wird
nem sehr har-
nen Häutchen
und geschützt,
hmelzober-
(KÖLLIKER).
ngen für Er-
ssigkeiten bil-

Fig. 81.



Ein menschl. Schneidezahn mit der Zahnhöhle in der Axe, umgeben von dem Zahnbeine, welches im unteren Theile vom Cement, im oberen vom Schmelz bedeckt wird.

Fig. 82.



Zahnkanälchen der Wurzel, 350mal vergr. *a.* Innere Oberfläche des Zahnbeines mit spärlichen Röhren. *b.* Theilungen derselben, *c.* Endigungen mit Schlingen, *d.* körnige Schicht, bestehend aus kleinen Zahnbeinkugeln an der Grenze des Zahnbeines, *e.* Knochenhöhlen, eine mit Zahnkänalchen sich verbindend. Vom Menschen.

Fig. 83.



n nach LENT. Bei *a* und *b* einfache fadenför-
röhrchen sich gestaltende Ausläufer; *c. d.* ge-
eine spindelförmige Zelle; *f* eine getheilte.

den im Schmelz nur unregelmässige Spalten, in welche sich einzelne Zahn
einzusenken scheinen.

In chemischer Beziehung ist das Zahnbein der Knochensubstanz nahe v

Zahnbein und Cement enthalten dieselben Mineralbestandthei
Knochen, eingelagert in eine organische leimgebende Grundmasse. Die Sc
Zahnröhrchen löst sich weit schwerer als die übrige Zahnsubstanz. D
gewebe ist etwas wasserärmer als das Knochengewebe.

Der **Zahnschmelz** ist das an anorganischen Stoffen reichste Gewebe
rischen und menschlichen Körpers. Die organische Grundsubstanz liefe
Leim (Hoppe), sondern giebt die Reaktionen des Horngewebes. Die
Substanz des Schmelzoberhäutchens schliesst sich durch grosses Widerst
mögen gegen Säuren und Alkalien an das elastische Gewebe an (Köllik

Im Schmelz sind bis zu 4% **Fluorcalcium**, weit mehr als in den K

Der Wassergehalt des Zahnbeines beträgt bis zu 10%.

In Beziehung auf das chemische Verhalten muss im Allgemeinen au
den Knochen zu Sagende verwiesen werden, hier stehe nur eine quantitat
lyse (von Bibra) eines Backenzahnes eines Erwachsenen.

Er war in 100 Theilen trocken zusammengesetzt

	Schmelz:	Zahnbein:
anorganische Substanz	96,41	71,99
organische Substanz	3,59	28,01
organische Grundlage	3,59	27,61
Fett	0,20	0,40
phosphorsauerer Kalk und Fluorcalcium	89,62	66,72
kohlensauerer Kalk	4,37	3,36
kohlensauere Bittererde	1,34	1,08
lösliche Salze	0,88	0,83

In der Zahnpulpa scheint sich **Mucin** zu finden, da sich ihr Gewe
Essigsäure nicht aufhellen lässt (Frey).

Lymphgefässe sind in der Zahnpulpe noch nicht nachgewiesen.

Die **Nerven** sind sehr entwickelt. In jede Wurzelöffnung dringt ein
Zweig der Nervi dentales und ausserdem noch mehrere feinste Reiser
zu 5), die im dickeren Theile der Pulpe ein reichliches Netz bilden, in
Nervenröhrentheilungen findet. Nach Robin sollen die feinsten Fasern frei
Tomes will von den Fasern der **Dentinzellen** die grosse Empfindlic
Zahnbeins ableiten.

Zur Entwickelungsgeschichte der Zähne. — Im Anfang des dritten Monats der E
entwickelung des **Menschen** entsteht (Arnold, Goodsir, Kölliker, Kollmann
Ober- und Unterkiefer eine Furche, die »**Zahnfurche**«. In dieser entwickel
nächst in jedem Kiefer 10 **freie Papillen**, aus denen sich die Milchzähne bild
papillen (Kölliker). Durch Verwachsung der umgränzenden Wallpartien we
»Zahnsäckchen« eingeschlossen, die Anfangs nach oben offen sind. Während
wachsens bildet jedes der 20 Säckchen noch ein Nebensäckchen oder »Reservesäc
Bildung der bleibenden Zähne. Zuerst liegen diese Reservesäckchen über de
der Milchzähne, nach und nach rücken sie an deren hintere Seite. Das **Elfen**
Zahns entsteht aus der Ossifikation des oberen Theils der Zahnpapille. Der Sc
eine verkalkte »Ausscheidung« der Epithelialzellen des Zahnsäckchens (die das

rgan« darstellen); das Cement wird von dem Zahnsäckchen, das die Stelle von tritt, als ächte Knochensubstanz auf die Wurzel des Zahns abgelagert.

ugethieren ist der Process der Zahnentwickelung ganz analog. Ueber die Ent- der Zähne bei Amphibien und Reptilien wurden unter Kölliker's Leitung von na Untersuchungen angestellt. Die Zähne der Saurier und des Frosches ent- ich in einem Zahnsäckchen in der für den Menschen und die Säugethiere beschrie- ise. Bei Siredon und Triton beobachtete er die Entwickelung der Zähne frei in der ut, welche die Kiefer deckt. Man beobachtet zunächst eine Anzahl grosser, rmiger einfacher Zellen, welche ganz oberflächlich in der den Kiefer bedecken- imhaut ihre Lage haben, nur an der oberen Seite mit einer Schichte rundlicher zellen bedeckt sind. Etwas später zeigt sich dort eine durchsichtige Lage von einer kleinen Kappe, welche, die erste Anlage des Zahnbeins darstellt; später n auch im Umkreis der Zelle, soweit sie das Zahnbein berührt, kleine fadenförmige ungen, die ersten Spuren der Zahnfasern mit den Zahnkanälchen. Das wachsende gelangt endlich an die Basis der »zahnliefernden Zelle«, und indem das angrän- degewebe verknöchert, wird der Kiefer mit dem Zahne zu einer Masse verbunden. wächst noch in die Länge und durchbricht das ihn deckende Epithel.

rztlichen Untersuchung. — Zahndurchbruch und Zahnwechsel. Die Ord- welcher die Zähne hervorbrechen, ist in gerichtlicher Beziehung für die annähernde ung des Alters wichtig. Doch ist die Ordnung keine absolut gleichbleibende. Der hbruch erfolgt in der Regel gruppenweise zu zweien. Mit dem siebenten Lebens- eten die inneren Schneidezähne des Unterkiefers hervor, worauf die entsprechenden es Oberkiefers nach kurzer Zwischenfrist folgen. Einen Monat später folgen die Schneidezähne. Im Anfang des zweiten Lebensjahres folgt der erste Backenzahn, itte desselben Jahres der Eckzahn, zu Ende desselben der zweite Backenzahn. Mit chbruch des zweiten Backenzahns jederseits und oben und unten ist die Zahl der ne (20) komplet. Der Zahnwechsel beginnt im siebenten Jahre. Die Arterien hzähne obliteriren, die Nerven derselben schwinden, die Alveolen erweitern sich, werden die Milchzähne gelockert und fallen endlich aus. Der erste bleibende Zahn en sich bildende erste Mahlzahn, worauf der eigentliche Wechsel der Milchzähne Der innere und dann der äussere Schneidezahn wechseln zu Ende des siebenten ten Lebensjahres, hierauf der erste und zweite Backenzahn im achten und neunten, er Eckzahn im zehnten oder elften Jahre. Im zwölften Jahr erscheint der zweite n. Der Weisheitszahn, dessen Krone erst im zehnten Jahr zu verknöchern beginnt, wischen dem sechzehnten bis vierundzwanzigsten Jahr zum Vorschein. Die blei- Zähne werden durch den Gebrauch abgenutzt. Im siebzigsten Lebensjahre haben neidezähne ihre Kanten eingebüsst, die halbe Krone ist abgeschliffen. An den Eck- kenzähnen sind die Höcker geebnet und der Schmelz erhält sich nur zwischen den ngen der Höcker. Das Ausfallen der Zähne im Alter ist Folge mangelhafter Er- wie bei den Milchzähnen. Nach dem Ausfallen der Zähne im Alter kondensirt sich fleisch, sodass es wenigstens an der Stelle der Mahlzähne zum Zerquetschen feste- rungsmittel fähig wird. Es sind Fälle beobachtet, wo im höchsten Alter neue um Durchbruch kamen, theils schon in der Jugend vorgebildete, theils vielleicht tandene (Hyrtl).

ergleichenden Anatomie. — Die Papillen der Schleimhaut der Mundhöhle können zu umgebildet werden, und zwar nach Leydig auf zweierlei Weise: 1) durch Ver- g ihres Epithels. Von dieser Art sind die Hornzähne des Petromyzon und die des hynchus u. a. 2) durch Verkalkung der Bindesubstanz. Von den Fischzähnen n zuerst erkannt, dass sie mit Zahnsubstanz überzogene Papillen des Zahnfleisches, , der Zunge etc. seien. Ossificirt nun das freie Ende der Papille kappenartig, so r Zahn beweglich, greift die Umkalkung tiefer etwa bis zur Basis der Papille und degewebsstratum der Schleimhaut selber, so erscheinen die Zähne, indem die ver-

knöcherte Mucosa mit dem darunter liegenden Knochen verschmilzt, als ...
wüchse des Knochens. Bei den Fischen erhebt sich überall die Schleimhaut d...
zu sehr starken, leicht ossificirenden Papillen; hier tragen nicht nur Zwische...
Unterkiefer, sondern auch Gaumenknochen, Pflugschaar, Keilbeinkörper etc...
Zähne der Fische und Amphibien und Reptilien bestehen nur aus verknöch...
gewebe, nur aus Elfenbein und Zahnbein. Bei vielen Fischen ist der ganze Za...
Pulpa. Schmelz und Cement mangeln den Zähnen der niederen Wirbelthiere;...
Substanzen kommen zum Zahn nur, wenn sich dieser in einem Zahnsäckch...
oben), was bei einigen Sauriern und den Säugethieren geschieht. Doch fehlt a...
taten und den Stosszähnen der Elefanten der Schmelz ganz. Manchmal ist ...
gefässhaltig (im Stosszahn des Elefanten, beim Faulthier, in den Schneidez...
Nager. Die starke Papillarentwickelung der Schleimhaut der Mund- und Ra...
den Fischen erstreckt sich bei einigen Fischen auch auf die Schlundschleim...
Papillen auch zahnartig verknöchern können (Leydig). — Komplikationen ...
Zähne werden durch Faltung der Zahnsubstanz bedingt, die auf die Gesta...
pille zurückgeführt werden muss. Sie treten bereits bei Fischen auf und sin...
Amphibien (Labyrinthodonten) in grosser Ausbildung zu treffen. Aehnliche...
bieten sich bei Säugethieren in den sogenannten schmelzfaltigen Zäh...
wechselnde Verhältniss der Zahnpapille zum Zahn wurde schon angedeute...
ist entweder ein bleibendes Organ, sodass der Zahn eine Höhle (Zahnhöhle)...
z. B. an den Zähnen der Krokodile und den meisten Säugethieren, oder der Za...
solid, z. B. bei vielen Sauriern. Die Zahnhöhle gestaltet sich nach Vollendun...
thums der Zähne bei den Säugern in der Regel zu einem engen Kanal. Die S...
(vielfältig auch die Backenzähne) der Nager besitzen offenbleibende Zahnhöh...
wird ein Fortwachsen des Zahns ermöglicht, wie es bei den Schneidezähnen d...
die Regel ist (Gegenbauer).

Die Bewegung des Kiefers und Schluckakt.

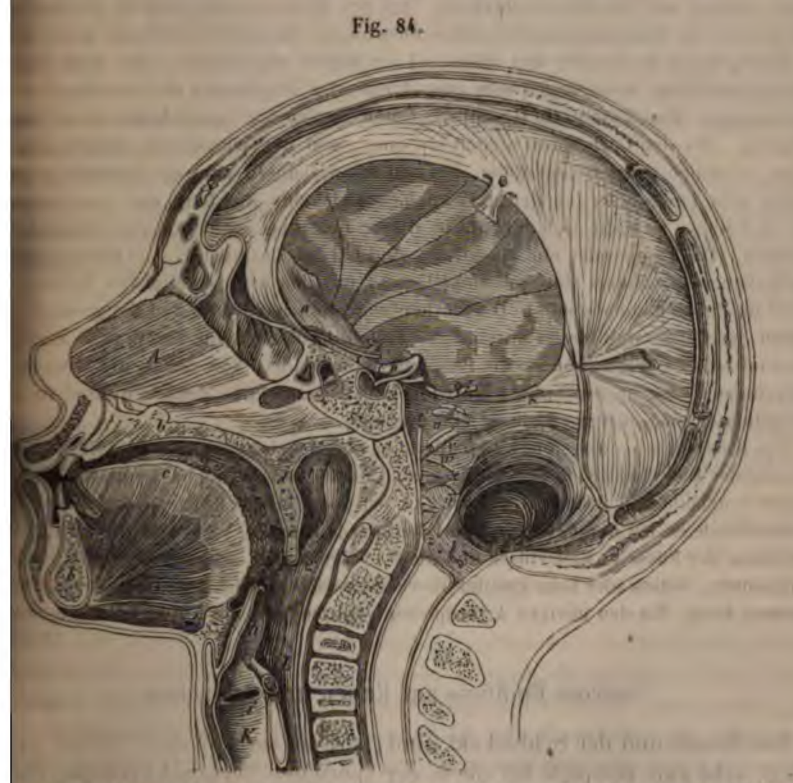
Die Kieferbewegung geschieht durch eine durch beide Kiefe...
legte horizontale Axe; das Anpressen wird durch den Masseter, Te...
Pterigoideus internus, das Oeffnen der Kiefer, durch die Wirkung des vord...
des Digastricus, Mylohyoideus und Geniohyoideus unterstützt, durch ...
des Unterkiefers besorgt. Für die Zermalmung müssen die Zahnreihe...
und hinten so wie seitlich unter gleichzeitig erfolgendem Zusammenpress...
der verschoben werden. Da nur der Unterkiefer frei beweglich ist, s...
Zermalmen natürlich nur auf seiner Bewegung, welche durch die ...
Pterigoideus externus jeder Seite erzeugt wird. Diese Bewegungsf...
dem Kiefergelenke durch seinen aus der beschreibenden Anatomie beka...
thümlichen Bau ertheilt. Die Kaumuskeln werden vom Trigeminu...
vom Nervus crotaphyticobuccinatorius des Ramus maxillaris inferior, ...

Nach dem Kauen und Einspeicheln folgt die Bildung des Bis...
von den Seiten her die durch den Speichel in einen formbaren Brei ...
Stoffe auf den Zungenrücken geschoben werden. Dieser höhlt sic...
aus und presst sich an den harten Gaumen an, wodurch dem Bissen...
liche Gestalt ertheilt wird.

Schluckakt. Indem dieses Andrücken der Zunge von der Spi...
Wurzel fortschreitet, wird der Bissen immer weiter nach hinten ...
hinter den vorderen Gaumenbogen. Dieses Andrücken wird nur an...

der eigentlichen Zungenmuskulatur, in der Mitte durch Abflachen des
enbodens in Folge der Zusammenziehung des Mylohyoideus, an der
urch den Styloglossus besorgt. Ist einmal der Bissen hinter den vorderen
ogen, so legen sich diese durch den Musc. palatoglossus an die Zunge an
essen so die Mundhöhle von der Rachenhöhle, in der sich nun der Bissen
vollkommen ab (DZONDI). Gleichzeitig werden die inneren Nasenöffnun-
h das Anlegen des Gaumensegels an die hintere Rachenwand geschlossen,
s aktiv durch die Levatores palati mollis, theils passiv durch den Druck
ns erfolgt. Dadurch dass der Kehldeckel aktiv über den Kehlkopfeingang
ne Muskeln — Thyreo- und Aryepiglottici — herübergelegt wird, wird
terer abgeschlossen (CZERMAK). Fehlt der Kehldeckel, so kann auch noch
ntraktion der Stimmritze ein Kehlkopfverschluss hervorgerufen werden

Fig. 84.



tikaler Durchschnitt der Mund- und Rachenhöhle. *A.* Septum narium, *b.* durchsägter Kiefer, Zunge, *d.* Gaumensegel, *e.* Uvula, *f.* die Mündung der Tuba Eustachii, *g.* Weg aus dem unteren ile des Schlundkopfes zu dem oberen Theile und den Choanen, *h.* Epiglottis, *K.* Kehlkopf, *L.* Schlundkopf, *o—z.* Hirnnerven.

alle sonstigen Oeffnungen geschlossen sind, bleibt dem Bissen nur noch
in den Schlundkopf, der ihm mit einer gleichzeitigen, von aussen sicht-
lebung des Kehlkopfs entgegen kommt. Aus dem Schlundkopf übergiebt
Zusammenziehung des Schlundschnürers an die Speiseröhre, welche sich

oberhalb und um den Bissen zusammenzieht, sodass durch die Kont Bissen von oben nach unten fortgeschoben wird. Sobald der Bissen ist, erweitern sich die vorher kontrahirten Partien der Speiseröhre wie rend die direkt über dem Bissen liegenden sich zusammenziehen, sodas traktion gleichsam wurmförmig von oben nach unten in der Speiseröh Ganz analoge Bewegungserscheinungen finden sich auch am Magen und werden als peristaltische bezeichnet. Diese Bewegungen sind g mässig, auf die Zusammenziehung eines höher gelegenen Stückes folg tiefer gelegenen. Ist der Modus der Bewegung umgekehrt, so bezeichn als eine antiperistaltische.

Zur vergleichenden Physiologie und Anatomie. — Die Kauwerkzeuge der Thie genauester Beziehung zu ihrer Nahrung. Bei den fleischfressenden, namentlich den Thieren sind die Hundszähne ungemein entwickelt und die Nahrung wi diesen Zähnen und den Klauen zerrissen. Bei den Wiederkäuern sind die Back den Nagern die Schneidezähne besonders entwickelt. Bei den Carnivoren besc die Bewegungen des Kiefers fast allein auf ein Heben und Senken. Bei dem sind die seitlichen Bewegungen sehr ausgedehnt, bei den Nagern die Vor- und bewegungen. Damit steht die Gestalt der Gelenkhöhlen und Gelenkköpfe in vol Einklang. Bei den Carnivoren stehen sie quer, und die Gelenkköpfe liegen g engen, ziemlich tiefen Gelenkhöhle; bei den Wiederkäuern sind sie ziemlich mithin sehr beweglich; bei den Nagern haben sie eine Richtung von vorn und es können sich die Gelenkköpfe in dieser Richtung leicht auf der Gelen schieben. Die Temporales und Masseteres sind bei den Carnivoren, die Pteryg Wiederkäuern besonders stark entwickelt, was mit den hauptsächlichsten Bew Kiefer im Zusammenhang steht. Die starkentwickelten Jochbogen und die gross gruben der Carnivoren bieten ansehnliche Anheftungsflächen für Temporalis u während bei den Wiederkäuern die Processus pterygoidei, von denen die Mm entspringen, eine ungewöhnliche Entwickelung zeigen. Der Mensch nimmt Verhältnissen eine mittlere Stellung ein (DONDERS).

Die Kauorgane der Arthropoden bewegen sich nicht in vertikaler, horizontaler Richtung gegen einander, sie sind nichts Anderes als bald zum Kau Saugen umgebildete vorderste Gliedmassenpaare. Diese Umwandlung der in Mundtheile ist bei den Crustaceen am deutlichsten, und es giebt sich die allm gestaltung der Füsse in Kieferfüsse und diese in Kiefer z. B. schon beim Flussk zu erkennen, sodass hier kein Zweifel über die morphologische Bedeutung diese kommen kann. Bei den übrigen Arthropoden lehrt dasselbe die Entwickelungs

Nervöse Einflüsse auf Kauen und Schlucken.

Das Kauen und der Schluckakt sind, soweit sie von dem Willen werden, sehr gute Beispiele für die in der speciellen Nervenphysiologie nenden coordinirten Bewegungen. Wir sind uns nur eines einzig antriebes bewusst, der den ganzen vergleichsweise complicirten Muskelm des Kauens und Schluckens in Thätigkeit setzt. SCHRÖDER VAN DER Ko Centrum der coordinirten Kaubewegungen in der Medulla wohin die Mehrzahl derartiger Bewegungscentren verlegt werden n sitzt der die Kaumuskeln direkt und regelmässig beeinflussende nervö der vom Gehirn aus durch einen einzigen Willensanstoss ebenso keit versetzt wird, wie das einfache Abschieben einer Hemmungs

des oder aufgezogenes Uhrwerk zu seinem mannigfaltigen Spiel ver-

dem Schluckakte sind grösstentheils quergestreifte Muskelfasern be- Sie haben ihr automatisches Centrum ebenfalls in der Medulla oblongata r in den Oliven (SCHR. V. D. KOLK).

er den uns bekannten Nerven für die Lippen, die Kieferbewegungen und e, agirt für den Rachen der Plexus pharyngeus, zu welchem Glossopha- Vagus, Accessorius und Sympathicus zusammentreten. Der Trigeminus Tensor palati mollis und den Mylohyoideus in Thätigkeit.

bis zu einem gewissen Grade ist der Schluckakt der Willkür unterwor- ehen ihn mit aller Nothwendigkeit, unwillkürlich eintreten, wenn irgend- Kehldeckel oder die hintere Fläche des Gaumensegels berührt wird. n wenn wir scheinbar mit Willen schlucken, lässt sich doch immer ein er Reiz nachweisen, ohne den das Schlucken nicht möglich sein würde. nuss eine Berührung jener Schleimhautpartien stattfinden, z. B. durch eichel, wenn der Schluckakt soll eingeleitet werden können. Es ist leicht en, dass das »leer Schlucken« nur so lange gelingt, als Speichel zum cken vorhanden ist. Ebensowenig gelingt es, wenn nicht vorher der Mund sen wurde.

sind sonach die Schluckbewegungen zu den reflektorischen zu rechnen, e alle in dieselbe Klasse zu rechnenden Muskelbewegungen nur auf einen baren sensiblen Reiz eintreten. Der Wille hat vor allem die Aufgabe, ektorischen Bewegungen rechtzeitig zu hemmen, rechtzeitig die Bedin- zu ihrem Eintritt zusammenwirken zu lassen. Es sind sensible Fasern geminus, deren Erregung reflektorisch den Schlingreflex hervorrufen v. D. KOLK).

on die reichliche Beimischung von Speichel macht den Bissen schlüpfrig, hr zum Hinabgleiten in der Speiseröhre macht ihn der Schleim geschickt, n er sich bei seinem Vorbeigleiten an den Mandeln und der dortigen an drüsen reichen Gegend überzieht.

Die Magenbewegungen.

Magen verweilen die verschluckten Speisen und müssen allseitig mit der haut in innige Berührung gebracht worden, um die verdauenden Wirkun- Magensaftes zu erfahren. Der Mageninhalt wird im Magen durch den erschluss der beiden Mündungen zurückgehalten, welcher bei dem ventil- bauten Pylorus aktiv auf Reiz der Magenschleimhaut durch die sie be- en Stoffe erfolgt und so fest ist, dass auch am frisch ausgeschnittenen ier keine Stoffe, selbst nicht Flüssigkeiten auslaufen. Die Cardia wird durch ihre stark entwickelte Ringmuskulatur auch noch durch eine passive ewegung geschlossen. Je mehr sich der Magen anfüllt, desto mehr dreht rch die gegebenen mechanischen Bedingungen seine grosse Kurvatur, bei dem leeren Magen nach abwärts gewendet ist, nach vorne, sodass die Kurvatur, die sonst oben steht, nach hinten gewendet wird; die Drehung um eine durch den Pylorus und die Cardia gelegt gedachte Axe. Dadurch

erfährt die Cardia eine Knickung, welche für das Wiederaustreten inhaltes nach oben hinderlich sein muss.

Die Muskularis des Magens und der Därme. — Am Magen ist die aus org Fasern bestehende Muskelhaut nicht überall gleich dick. Während sie $^3/_4$—1''' zeigt, ist sie am Magengrunde ganz dünn ($^1/_4$—$^1/_3$'''). Sie besteht au vollständigen Schichten. Nach KÖLLIKER liegen zu äusserst Längsfasern Ausstrahlung eines Theils der Längsfasern des Oesophagus zu betrachten sin sie sich an der kleinen Kurvatur bis zum Pylorus erstrecken, während die vorderen und hinteren Magenwand und an der obern Seite des Fundus frei a als selbständige Fasern an der rechten Magenhälfte, von wo sie straff ausge Duodenum übergehen. Von der rechten Seite der Cardia an finden sich Ri zum Pylorus, wo sie am stärksten entwickelt den Sphincter pylori bilden. die Schichte der schiefen Fasern, die den Fundus schleifenförmig umfas Vorder- und Hinterfläche des Magens schief gegen die grosse Kurvatur sich zum Theil mit elastischen Sehnen an der Aussenseite der Schleimhaut sich a sich unter einander verbinden (Fig. 85).

Fig. 85.



Magen des Menschen, verkleinert. *a* Oesophagus mit den Längsfasern. *tr.* Querfasern (zweite Lage) grösstentheils abpräparirt. *tr'* Querfasern am Fundus, *o* Fibrae obliquae, *p* Pylorus, *d* Duodenum.

An dem Darmkanal fi Längs- und Querfaser finden sich nur am vom Ge senen Rande deutlicher, wa teren eine vollkommene Sch aber nicht in die KERKRING'sc eintritt.

Am Dickdarm sind d wesentlich auf die drei 4—8 kelbänder, Ligamenta coli b am Coecum beginnen und in zwei Längsbündel zus welche die Längsfaserschic bilden.

Die Mastdarm-Muskulat und noch dicker, zu äuss hier im Gegensatz zu ander stärkeren Längsfaser Ringfasern innen. Das letzt Ende der Ringfasern ist de internus, mit dem dann streifte Sphincter externus und Levator ani sich verbinden.

Von den Bewegungen des Magens, welche zur Mischung der Spei tragen sollen, ist wenig zu sehen. Ein frisch blossgelegter Magen eines in eben getödteten Thieres zeigt diesen fast gleichmässig fest um seinen In Doch sieht man hie und da peristaltische Bewegungen, von denen man nac achtungen anzunehmen pflegt, dass sie die im Magen enthaltenen Stoffe v Magens an der grossen Kurvatur desselben hin und von da an der kleinen K bewegen. Sicher drückt stets die allgemeine peristaltische Kontraktion der M gegen den Pylorus an, dessen fester Verschluss anfänglich den Durchtritt v wehrt. Ziemlich bald schon treten in kleinen Mengen flüssige Stoffe durch, u Zeit erfolgt pausenweise eine unverkennbare Ermüdung der Klappenmusk auch den festweichen und festen Stoffen den Durchtritt gestattet.

Der Verschluss an der Cardia ist von Anfang an nicht so fest, wie de in grösserer Menge in den Magen hinabgeschluckte Gase z. B. nach dem Gen

gen Getränken können hier als an dem höchstgelegenen Orte wieder entweichen, was nie ohne eine Mitwirkung der peristaltischen, den Inhalt pressenden Bewegungen nmuskulatur erfolgen kann. Wenigstens geschieht das Entweichen der Gase mit ewalt, dass öfters geringe Flüssigkeitsmengen mit aus dem Magen in den Oesophagus werden, die dann durch ihre sauere Beschaffenheit zu jenem brennenden Gefühl eiseröhre Veranlassung geben können, welches das »Aufstossen« begleiten kann.

ewegungen des Magens sowie der Verschluss des Pförtners sind zweifelsohne re-isch durch den Reiz der in den Magen gelangten Stoffe erzeugt. Damit steht es in nhang, dass sie um so stärker auftreten, je intensiver die reizende Ursache ein-Flüssigkeiten reizen die sensiblen Magennerven für gewöhnlich nur in geringem odass also auch der von den Gefühlsnerven auf die Bewegungsnerven reflektirte gsanstoss nur gering ist und geringe Muskelkontraktionen hervorruft. Oft schon nach nuten verlassen verschluckte Flüssigkeiten den Magen durch den Pförtner. Fest-der feste Stoffe rufen sehr kräftige Kontraktionen der Magen- und Klappenmuskulatur Wir sehen wie innig auch hier das Ineinandergreifen der verschiedenen Thätigkeiten n Organes sich zeigt. Die festen Stoffe bedürfen zu ihrer Verdauung ein längeres n im Magen und eine gesteigerte Absonderung von Magensaft. Der sensible Reiz, uf die Schleimhaut durch mechanische Reizung ausüben, ruft nicht nur die geforderte Absonderung hervor, wir sahen ja auf experimentelles Reiben an der Schleimhaut den ft massenhaft hervortreten; derselbe sensible Reiz reflektirt sich aber nicht nur auf die nsnerven, sondern auch auf die Bewegungsnerven des Magens; starke Kontraktionen n sind die Folge, welche die Magenöffnung langdauernd fest geschlossen halten, uch die zweite Forderung für die Magenverdauung erfüllt wird und die festen Stoffe e Stunden lang im Magen verweilen können.

Nervenmechanismen der Magenbewegungen sind bisher noch fast ebenso ollkommen erforscht, wie diejenigen, welche der Sekretion der Magendrüsen vor-Aus allen Beobachtungen geht jedoch hervor, dass der Magen seine nervösen Be-centralorgane, auf deren Erregung seine geordneten Bewegungen erfolgen, in sich esitzt, denn auch am ausgeschnittenen Magen sehen wir sie noch in regelmässiger uftreten. Ausser den eigenen im Magen gelegenen centralen Bewegungsorganen, als die von MEISSNER beobachteten zahlreichen Ganglien in der Bindegewebsschicht ens angesprochen werden dürfen, erhält der Magen auch noch Zweige vom Vagus nchnicus. Durch vielfache Beobachtungen hat sich, wie es scheint sicher, heraus-, dass die Magenbewegungen vom Vagus beeinflusst werden können, aber nur dann, ie im Magen selbst gelegenen nervösen Centralorgane im Zustande der Erregbarkeit finden. Dieses ist der Fall, wenn der Magen schon einige Zeit im Zustande der Ver-g begriffen war. Es erfolgt dann auf Vagusreizung entweder eine einfache peristaltische ktion oder eine Zusammenziehung, welche von der grossen Kurvatur zur kleinen ur herüberläuft (BISCHOFF). Die eben angeführte Beobachtung ist auch darum von tung, weil sie uns ein Fingerzeig wird in dem dunkelsten Gebiete der Nervenphysio-Sie zeigt uns, dass zum Zustandekommen gewisser auf nervöser Grundlage beruhender cher Aktionen es nicht genügend ist, dass der anatomische Mechanismus vorhanden ndern dass sich die nervösen Organe in dem Zustande der Erregbarkeit befin-er zweifelsohne einer bestimmten chemischen Zusammensetzung derselben entspricht. die sensible Erregung von der Magenschleimhaut her müssen die Ganglienzellen erst tigkeit versetzt werden, die auf einer durchgreifenden chemisch-physikalischen Aen-derselben beruht, welche die Schranken gleichsam niederreisst, die sich dem Her-chen eines Reizes von den allgemeinen centralen Nervenapparaten widersetzten. Der welcher vorhin zu schwach war, Bewegung auszulösen, ist dazu nun im Stande, da wegungshemmung verschwunden ist. Dadurch dass chemisch-physikalische Aende-in nervösen Organen eintreten, sehen wir, da sich jene Umwandlungen theilweise übertragen, auch Nachbarorgane zur Thätigkeit geschickt werden, und wir begreifen

so, wie Mitbewegungen, coordinirte Bewegungen etc. so leicht erfolgen k
Momenten, welche die Erregbarkeit der Magenganglien erfordert, gehört zu
Nerven eine bestimmte Temperatur. Der leere ausgeschnittene Magen komm
wenn man ihn bis 25° C. erwärmt (CALIBURCES).

Da der Vagus nicht der eigentliche Bewegungsnerve des Magens ist, so
dass nach seiner Durchschneidung die Magenbewegungen noch nicht vollko
Doch werden sie, wie es scheint, beeinträchtigt. Das Oesophagusende ist ge
da es keine Bewegungen zum Weiterschaffen mehr macht, von den aufgeno
angefüllt und ausgedehnt.

Zur vergleichenden Anatomie. — Der Darmkanal der Wirbelthiere zerfäll
in den Anfangsdarm: mit Schlund und Magen, den Mitteldarm oder Dün
Enddarm oder Dickdarm mit Coecum und Rectum. Bei Amphioxus, den C
dem Proteus verläuft das Darmrohr wenigstens äusserlich ziemlich gleichm
schiede treten fast nur in der Schleimhaut der verschiedenen Abschnitte
Fischen geht meist die weite, längsgefaltete Speiseröhre ohne deutliche
Magen über, der gewöhnlich einen nach hinten gerichteten Blindsack besitz
phibien findet sich meist ein deutlicher Magen, der sich bei einigen quer zu
Unter den Reptilien verläuft bei Schlangen und Eidechsen der wenig diff
gerade, bei Schildkröten und Krokodilen finden sich dagegen höhere Zusta
kröten zeigt sich eine grosse und kleine Kurvatur; der sackartige Mage
erinnert durch sehnige Scheiben auf der Muskelfläche an den Vogelmagen.
die noch meist die schon oben besprochene Erweiterung der Speiseröhre,
sitzen, zerfällt der Magen in zwei Abschnitte, in den sogenannten Vormag
magen (Proventriculus), der als eine drüsenreiche Erweiterung der Cardia e
den Muskelmagen. Bei den pflanzenfressenden Vögeln bilden die Muskelw
zwei starke muskulöse Schalen von glatten Fasern, die mit Hülfe der obe
festerwerdenden, die Mageninnenfläche mit einer schwieligen Schichte bedec
sekrete, zur Zermalmung der aufgenommenen Nahrung beitragen können.
ist kurz und eng, an seinem Anfang stehen zwei Blinddärme. Mastdarm u
gänge der Harn- und Geschlechtsorgane öffnen sich in eine gemeinsame Klo

Bei den meisten Säugethieren ist der Magen einfach, besonders bei den fl
Auch bei den auf Pflanzennahrung angewiesenen Einhufern ist der Mag
Portio cardiaca zeigt aber
der Speiseröhre. Bei den
Wasserratte zerfällt der
zwei deutlich geschiedene
Riesen-Känguruh untersch
bei den Faulthieren vier Abt
einige Affen haben zusamm
gen. Bei den Cetaceen kor
mengesetzter Magen sowohl
fressenden als den pflanze
Am bekanntesten sind di
setzten Magen der Wieder

Hier finden sich vier
letzte gleicht durch seine
Magenabsonderung dem M
übrigen Säugethiere: Lab
sus). Die drei ersten Ab
noch mit dem Epithel der
kleidet und stehen somit a
wie die Portio cardiaca de

Fig. 86.



Magen einer Antilope. *A* Von vorne gesehen. *B* Von hinten geöffnet. *oe* Speiseröhre. *I* Rumen. *II* Netzmagen. *III* Blättermagen. *IV* Labmagen. *p* Pylorus. *s* Schlundrinne.

zur vorläufigen Erweichung der vegetabilischen Nahrung unter Einwirkung des Der Wanst (Pansen, Rumen) ist die erste, grosse Abtheilung; seine innere Oberhnet sich durch viele platte Warzen aus. In ihm zeigen sich die Nahrungsmittel noch ändert. Die zweite kleinere Abtheilung ist die Haube (Netzmagen, Reticulum) förmigen, gezähnelten Falten der inneren Haut; sie steht mit der ersten Magen- in einem weiten Zusammenhang. Im dritten Magenabschnitt, dem Blätter- Omasus, Psalter, Buch), bildet die Schleimhaut eine grosse Anzahl hoher Längs- wie die Blätter eines Buchs neben einander sich erheben. Aus den beiden ersten langt das erweichte Futter wieder in den Mund zurück, erst nachdem es wieder- d fein zerkleinert ist, gelangt es an den beiden ersten Magen vorbei sogleich in n und vierten. Indem die Rinne, durch welche die ersten Magen mit der Speise- ammenhängen, sich schliesst, bleibt für den Bissen nur der Weg in die beiden agen (J. Müller).

ttteldarm wird bei den Wirbelthieren von dem Anfangsdarm meist durch die ring- ylorus-Klappe des Magens abgegrenzt. In Beziehung auf Länge des Darms bestehen en Unterschiede, indem die Fleischfresser einen kurzen, aus wenig Windungen be- n, die Pflanzenfresser einen sehr langen Darm besitzen. Dass es sich bei der Vermeh- Magenabschnitte, wie bei der Verlängerung des Darms bei den Pflanzenfressern um eutendere Arbeit der Verdauungsorgane zur Bewältigung der vegetabilischen Nahrung geht aus der merkwürdigen Umwandlung hervor, welche die Larven der ungeschwänz- ibien zeigen. Diese Larven leben von Pflanzennahrung; ihr Darm ist eine lange, in Windungen gelagerte Schlinge. Das ausgebildete Thier lebt von animaler Nahrung; tzten Larvenstadien stellt sich eine Reduktion des Darms ein, der sich auf wenige n verkürzt. Die pflanzenfressenden Säugethiere leben umgekehrt nach der Geburt h. Der erste Magen der Wiederkäuer ist klein, solange sie von Milch leben, und rst mit der wachsenden Arbeit, die ihm zufällt bei dem Nahrungswechsel. Derselbe ied zwischen pflanzen- und fleischfressenden Thieren findet sich in Beziehung auf m auch bei den Vögeln. Bei den Fischen ist der Darm meist kurz; hier treten zu- ompensatorische Vorrichtungen ein durch zahlreiche Schleimhautvorsprünge; bei hen und Haifischen z. B. ist die innere Wand des Mitteldarms durch eine spiralige gezeichnet, die ihn in zahlreichen Umgängen durchsetzt: Spiralklappe. Der Un- zwischen Mittel- und Enddarm (dünnem und dickem Gedärm) ist bei den Fleisch- iel weniger ausgeprägt als bei den Pflanzenfressern. Der Grimmdarm ist bei den Pflanzenfressern sehr weit und lang. Der Blinddarm ist bei Fleischfressern meist klein, bei Einhufern, Wiederkäuern und den meisten Nagern ungemein lang, beim z, beim Biber 2 Fuss. Bei Dasiurus unter den Beutelthieren findet sich dagegen linddarm noch ein Unterschied zwischen Dünn- und Dickdarm.

den Darmeinrichtungen der Wirbellosen war schon oben S. 267 die Rede. Hier och einmal hingewiesen auf die Zahngerüste im Magen der Krebse und mehrerer (Orthopteren). Bei einigen fleischfressenden Insekten kommt ein zusammen- ter Magen vor. Im Allgemeinen besteht der Darmkanal der Insekten mit der hre, dem Saugmagen (nur bei Hymenopteren, Schmetterlingen, Zweiflüglern), dann kelmagen im Innern mit Zähnen oder Hornleisten besetzt (bei den fleischfressenden nd den meisten Orthopteren) und dann dem Darm, der nach der Drüseninsertion zwei Abschnitte zerfällt (J. Müller).

Die Dünndarmbewegungen.

scheinen lebhafter als die des Magens zu sein. Oeffnet man einem eben n Thiere den Unterleib, so sieht man nach kurzer Zeit die vorher ziem- gen Därme in lebhafte Bewegungen gerathen. Diese Bewegungen begin-

nen als Kontraktionen an einer Darmstelle; die Zusammenschnür
über die Schlingen fort, indem sie den Darminhalt, Gase, manchm
barem Geräusche, vor sich hertreiben, indem sich stets die höher geleg
wieder erweitern. Die Bewegung wird so lebhaft, dass sich eine Sc
oder unter der andern hin- und herschiebt, stets wieder durch Ber
anliegenden Schlingen zu gleich lebhafter Bewegung anreizend, so das
den Anblick vieler durch einander kriechender dicker Würmer dar
deutsche Bezeichnung »wurmförmig« ist somit für die peristaltischen B
sehr gut gewählt.

Innerhalb der nicht geöffneten Leibeshöhle sind die peristaltische
wegungen nicht so lebhaft. Caliburces fand, dass die Darmbewegun
unter der normalen Körpertemperatur am lebhaftesten eintreten. Man
Umständen bei mageren Individuen die Darmbewegungen auch durc
nen Bauchdecken hindurch sehr deutlich. Auf ihnen beruht ohne Z
Fortrücken des Inhaltes im Darme.

Abgesehen von der Art der peristaltischen Kontraktionen selbst,
sie von oben nach unten fortschreiten, ein Ausweichen des gepresst
nach oben schon für sich allein erschweren, hindern dieses auch noc
penförmig gestellten Kerking'schen Falten der Schleimhaut, die überd
Oberflächenvermehrung der Darmschleimhaut analog den Zotten und L
schen Drüsen anzusehen sind. Ist einmal der Inhalt bis in den Dic
gerückt, so verhütet die Bauhin'sche Klappe am Coecum den Rü
Dickdarm selbst scheinen für gewöhnlich die peristaltischen Beweg
gering zu sein. Dort verweilt der Darminhalt offenbar eine verhä
lange Zeit, welche hinreicht, um ihn vor allem durch den fortgehend
verlust in Koth umzuwandeln.

Zweifellos erfolgen die Darmbewegungen normal auf reflektoris
indem die Muskeln von der durch den reizenden Inhalt erfolgende
Darmschleimhauterregung aus in Thätigkeit versetzt werden. Da auc
schnittene Darm sich noch peristaltisch bewegen kann, da auch nac
des Rückenmarks und Gehirnes bei Fröschen die Verdauung noch i
mässigen Gang geht, so ist es bewiesen, dass die nervösen Centralorg
diesen Vorgängen vorstehen, sicher in dem Darme selbst gelegen sin
müssen uns auch hier die zahlreichen Ganglien in der Bindegeweb
diese Centren denken.

Pflüger hat zuerst nachgewiesen, dass auch die Darmbewegun
Einflüsse von aussen her und zwar vom Splanchnicus aus erfah
Er fand, dass auf Reizung des Splanchnicus und des Brusttheils
marks die peristaltischen Bewegungen der Gedärme aufhören.
finden, dass dieses überraschende Verhalten, dass auf Nervenreiz, v
gewöhnt sind, Bewegung eingeleitet zu sehen, umgekehrt eine vorh
wegung vernichtet wird, in den organischen Vorgängen nicht ei
Wir werden im Vagus ebenfalls einen »Hemmungsnerven« und
Herzbewegung kennen lernen.

Die Beobachtungen O. Nasse's, nach denen der Splanchnicus auch motor
sible Fasern für den Darm besitzt, was mit den Beobachtungen Rüdinger's zus
welcher gezeigt hat, dass der Splanchnicus neben sympathischen Fasern auch

hält, hat neuerdings Bestätigung gefunden. Motorisch, anregend auf die Darmbe-llte nach Nasse die Reizung des Splanchnicus nur bei getödteten Thieren wirken. Rectum erhalten motorische und sensible Fasern von dem die Art. mesent. inf. nden Plexus, aus dem unteren Theil des Rückenmarks. S. Mayer und v. Basch zeigt, dass der Splanchnicus nur dann die Darmbewegung anzuregen vermag, wenn »venöses Blut« enthält, sodass auch im Leben diese nervöse Wirkung eintreten eselbe anregende Wirkung haben sie für den Vagus erwiesen (cf. Magenbewegung), auch erst wirksamer wird unter denselben Bedingungen wie der Splanchnicus.

eobachtung Pflüger's über die hemmende Wirkung der Splanchnicus-Reizung sie wie fast alle Experimentatoren, die über diesen Gegenstand arbeiteten, bestätigen. ren den Erfolg bedingt von einer Einwirkung der Reizung auf die Gefässnerven, nur rch die Reizung Gefässe des Darmes sehr verengt werden und dadurch die Zufuhr nd wirkenden venösen Blutes abgeschnitten sei, trete die hemmende Wirkung ein. n eine analoge hemmende Wirkung auch gesehen haben, sodass im Gang be- spontane Darmbewegungen in auffallender Weise sich beruhigen, auf Kompression , auf Aussetzen der Respiration und auf Vagusreizung.

ensibilität des Splanchnicus ergiebt die Schmerzhaftigkeit aller Operationen an ihm. fand, dass die Arterien der Eingeweide (Magen, Milz, Leber, Pankreas, Darm) empfindlich werden durch die sie umspinnenden Nerven. Die übrigen des Körpers sind unempfindlich.

Die chemische Ursache der Darmbewegungen.

Licht auf die inneren Gründe des Zustandekommens der Bewegungen der Darmmus- und damit der Muskelbewegungen überhaupt werfen die Versuche von Krause und . Es ergiebt sich aus ihnen, dass gewisse chemische Veränderungen des Blutes nöswerden desselben) und damit der Gewebsflüssigkeit, in den Muskelnerven oder selbst als letzte Gründe der Darmbewegungen aufgefasst werden müssen. Ver- t man bei lebenden Thieren die Luftröhre, so beginnen mit den Erstickungskrämpfen der weniger starke peristaltische Bewegungen der Därme, welche bei wieder ge- r Respiration verschwinden. [Denselben Effekt hat Kompression des Arcus aortae Pfortader, auch Verbluten und leichte Abkühlung der Gedärme].

nterliegt keinem Zweifel, dass im normalen Organismus derselbe Grund wirksam Wer erinnerte sich hier nicht an das Faktum, dass während der Verdauung, während peristaltischen Bewegungen gefordert werden, das Blut in gesteigertem Masse Eigenschaften erhält, mehr Kohlensäure im Blute vorhanden ist, wie schon die ge- e Ausscheidung dieses Stoffes durch die Athmung beweist?

rend der Anwendung der Bauchpresse verschliessen wir die Athemspalte längere s muss daraus derselbe Antrieb auf die peristaltischen Bewegungen resultiren, den nstliche Verschliessung der Trachea bewirkt. Es wirkt also die Bauchpresse in ei Sinn befördernd auf die Darmentleerungen ein. Wahrscheinlich ist die Anregung mbewegung das wichtigere von beiden Momenten. Dass es sich bei der Entstehung mbewegungen um Anhäufung reizender Stoffe im Gewebe handelt, geht aus O. Nasse's ungen hervor, welcher die Darmbewegungen beschwichtigen konnte, indem er die uskeln durch Durchsprützen von 0,6procentiger Kochsalzlösung durch ihre Blut- auswusch.

Untersuchungen von S. Mayer und v. Basch haben neuerdings diese Annahme ge- tigt, die oben z. Thl. im Widerspruch mit O. Nasse's Schlüssen aus seinen Versuchen llt wurden. Sie finden, dass durch die Anwesenheit von venösem Blut im Darm ein des Moment für die irritablen Gebilde desselben gesetzt wird, ohne dass sie die Frage en, ob der Grund des Reizes in dem Sauerstoffmangel oder der Kohlensäure des Blutes liegt. Wichtig sind ihre oben erwähnten Beobachtungen, dass die nervösen

Einwirkungen von Vagus und Splanchnicus zur Anregung von Darmbewegung treten, wenn die reizbaren Gebilde des Darms durch die Einwirkung von ve erregbarer geworden sind, was in analoger Weise die oben mitgetheilte Beobachtung für den Magen ergab. Die hemmende Wirkung des Splanchnicus auf die Da (PFLÜGER) wollen sie von Einflüssen der Rückenmarks- und Splanchnicusreiz Gefässmuskulatur des Darms ableiten. Diese Annahme, die uns vielleicht einen blick in alle nervösen Hemmungsvorgänge gewährt, lässt aber nicht nur ihre dass das venöse Blut immer neu zugeführt werden müsste, um als neuer Reiz Wenn auf Splanchnicus- oder Rückenmarksreizung die Arterien des Darms ihr engern oder verschliessen, so häufen sich im Darmgewebe die »reizenden Zer dukte« in gesteigertem Masse an, da sie durch den Blutstrom nicht mehr entf In geringer Quantität sehen wir diese reizend, in grösserer aber Bewegung ermüdend wirken, die Hemmung könnte sonach auch in »Ermüdung« begr

Das Nicotin im Tabake ist ein sehr starkes Erregungsmittel für die Darm und befördert dadurch die Darmentleerung. Im Kaffee sind die empyreumati nicht das Kaffeïn, ebenfalls in diesem Sinne wirksam. (O. NASSE).

Zur Entwickelungsgeschichte des Darms. — Die hintere Darmöffnung wird dadu dass das gemeinsame Darm- und Allantois-Ende: die Kloake in eine in der siebenten Wochen von aussen her einsinkende Grube durchbricht. Die gemein wird in der Folge durch das Hervorwachsen einer Scheidewand zwischen Darm tois: das Perinaeum in eine besondere Oeffnung für den Darm und für die aus sich bildenden Organe getrennt. Der Darmkanal bildet zuerst eine gerade in se Verlauf ungefähr gleichweite Röhre längs der Wirbelsäule. In der vierten Wo sich der mit den Nabelblasengang kommunicirende Theil des Darms von der wodurch er eine knieförmige Knickung erfährt, in deren aus der Nabelöffnung h Spitze der bald obliterirende Ductus omphalo-mesaraicus sich einsenkt. Das St der Darmnabelöffnung wird Dünndarm, das unterhalb gelegene Stück fast ga Die Grenze zwischen beiden wird bald durch eine kleine Ausstülpung: den Bl angedeutet. Der Darm reisst sich von dem Bauchnabel los, dessen obliteriren als fadenförmiger Anhang des unteren Ileumtheils noch im dritten Monat sichtb bald drehen sich die beiden Darmschenkel und bilden eine Schlinge, der bisher abschnitt wird dadurch der obere (Dickdarm), der früher obere Darmabschnitt Verlängerung des Rohrs und gleichzeitige Verlängerung des Mesenteriums die schlingen. In der Lebergegend entsteht der Magen als bauchige Erweiter später durch Drehung die Querlage einnimmt, wodurch seinen beiden Kurvatu Fundus ihre Stellung angewiesen wird.

Das Rectum.

In grösseren Pausen, meist nur ein bis zwei Mal in 24 Stunden Entleerung des Dickdarminhaltes, des Kothes, statt. Sie e die peristaltischen Kontraktionen der sehr entwickelten Muskulatur d mes, unterstützt durch die Wirkungen der Bauchmuskulatur, die Bauchpresse. Durch die kräftige Einathmung hält man dabei das herabgepresst und verkürzt gleichzeitig alle Bauchmuskeln, wodurch meiner Druck auf den Bauchinhalt ausgeübt wird, welcher diesen, so beweglich ist, zu der bestehenden Oeffnung hinaus zu pressen strebt dem Harnlassen und bei dem Geburtsmechanismus sehen wir dies bungsmoment verwerthet.

len Koth austreibenden Kräfte haben den Widerstand der für gewöhnlich nen **Sphinkteren** des Mastdarmes zu überwinden. Durch die Kon- les Levator ani wird das Ende des Mastdarmes über den festen in ihm en Inhalt gleichsam hinaufgestülpt, hinaufgezogen, gleichzeitig verhin- as Herauspressen des Mastdarmes aus der Anus-Oeffnung.

Dickdarmausbuchtungen geben dem Kothe seine charakteristische Gestalt. ch langanhaltende allzustarke Ausdehnung verliert der Mastdarm seine zu peristaltischen Kontraktionen. Während im anderen Falle die Koth- g fast allein durch letztere erfolgt, wird bei Erschlaffung der Mastdarm- ur vorzüglich die Bauchpresse zum Austreiben verwendet, der Akt ist r mühsam.

nbar werden auch die Austreibungsbewegungen des Mastdarmes reflekto- ch Reize hervorgerufen, welche auf seine Schleimhaut stattfinden. Unter Umständen wirkt der Druck des sich mehr und mehr ansammelnden als Reiz. Aber auch andere Schleimhautreize können den Drang nach eerung hervorrufen, ohne dass Kothanhäufung vorhanden ist.

hat darüber gestritten, ob die Sphinkteren für gewöhnlich aktiv durch Muskelkon- geschlossen seien, auch wenn kein Schleimhautreiz stattfindet. Man wollte aus der g dieser Frage beweisen, dass den Muskeln ein gewisser ruhender Kontraktionszu- Tonus — zugeschrieben werden müsse. Die Beobachtung hat diese Frage noch it aller Sicherheit entschieden, doch scheint es wahrscheinlicher, dass die fragliche tion ihren Grund auch in reflektorischer Erregung der betreffenden Muskelfasern

zzi und Nawrocki banden an lebenden Thieren in das S romanum eine Glasröhre welche sie von einem Gefässe aus Wasser einfliessen lassen konnten. Nach Durch- ung der Nerven des Rectums bedurfte es eines viel geringeren Druckes, also einer drigeren Wassersäule in der Röhre, um ein stetiges Ausfliessen aus dem Anus zu . Sie schliessen daraus auf einen unwillkürlichen Tonus der Sphinkteren. Das Ex- t scheint aber ebenso mit der Annahme von Reflexwirkungen zusammen zu passen.

2.

Resorption der Nahrungsstoffe in's Blut.

Endosmose und Filtration im Darm.

Verdauung hat den Zweck, den meist, trotz der Gleichheit ihrer atomisti- sammensetzung, verhältnissmässig von den Stoffen des lebenden Körpers chemischen und physikalischen Eigenthümlichkeiten noch sehr verschie- hrungsstoffen die Eigenschaften einzuprägen, welche sie tauglich machen, ch an den Lebensvorgängen im Organismus zu betheiligen.

ne dass diesen so umgewandelten Stoffen die Möglichkeit gegeben wird, Darmrohre in das Blut, den eigentlichen Ernährungssaft des Leibes, ein- , würden sie selbstverständlich für den Haushalt des Organismus werthlos

gewissen pathologischen Veränderungen des Darmlebens werden keine nigstens fast keine Stoffe aus dem Darme aufgesaugt. Es ist klar, dass der nus bei diesem Zustande aus Hunger zu Grunde gehen könnte, wenn

auch noch so viel Nahrungsmittel genossen und im Munde, Magen und verdauenden Einflüssen unterliegen würden.

Die Lehre von der Resorption im Darmrohre steht der Lehre vo dauung an Wichtigkeit nicht nach.

Leider sind die Gesetze, nach denen die Resorption erfolgt, noch vollkommen aufgehellt.

Die Zeit ist freilich vergangen, in der man den fraglichen Vorg vitalistischer Weise erklären durfte; der Magen ist nicht mehr das re gethüm, welches beständig nach Nahrung knurrt und die ihm gereicht lich verschlingt. Kein grosser Fortschritt von dieser kindlichen Ansch es, wenn man den »Saugadern« oder den Blutkapillaren den Mund welcher aktiv die verflüssigten Nahrungsstoffe in sich einsaugte.

Seit dem Bekanntwerden der osmotischen Vorgänge hat man al Gesetze der Diffusion als die Ursache des Uebertrittes der gelösten stoffe aus dem Darm in die Säftemasse angesprochen. Und es unterl Zweifel, dass sie auch in Wahrheit in ausgedehntem Maasse hiebei kommen. Doch war es vorschnell, die Resorption allein als ein Produkt aufzufassen. Offenbar kommen die mechanischen Vorgänge der theils tivem theils unter negativem Drucke stattfindenden Filtration hie vielleicht in viel ausgedehnterem Maasse als jene zur Wirkung. Die der unter Saugdruck im Darm stattfindenden Filtration reaktivirt in gev die alte Anschauung von der aktiven Betheiligung der Saugadermündu Stoffaufnahme; sie ist uns einer der vielen Beweise, dass Vorgän anfänglich nur durch Wirkungen einer ganz unbegreiflichen Lebenskra scheinen, sich bei näherer Betrachtung auf einfache auch aus der an Natur bekannte physikalische Gesetze zurückführen lassen. Beim M chen hat A. Heller in den Lymphgefässen des Mesenteriums rhyth den Stämmen fortschreitende Kontraktionen der durch Klappen getr schnitte wahrgenommen, wodurch der einmal eingesaugte Inhalt v pherie aus dem Centrum aktiv zugepresst wird.

Dass bei der Aufsaugung im Darme die Diffusion eine Rolle sp schon der Umstand, dass die Nährstoffe durch die Verdauung alle in l dirbare verwandelt werden.

Das Eiweiss, welches an sich wahrscheinlich gar keine wahren bilden vermag und dessen endosmotisches Aequivalent darum nahe erhält nach Funke's schon erwähnten Untersuchungen als Pepton d leicht durch thierische Membranen sowohl zu diffundiren als zu filtri

Wie die Eiweissstoffe so wird auch das Amylum durch seine U in Zucker durch den Verdauungsvorgang zu einem leicht diffundirbar

Der Bau der Schleimhaut zeigt es, dass die im Darme befindlich mit den in dem Schleimhautparenchyme, in den Lymph- und B befindlichen Flüssigkeiten von anderer Koncentration und Zusamm osmotischen Verkehr treten müssen. Wir haben hier überall jene ge Molekularzwischenräumen mit wässerigen Lösungen gefüllten Mem uns, die wie wir wissen den Stoffaustausch der Flüssigkeiten, welc getrennt werden, nicht verhindern. Durch die molekulären Wa welche die Darmgewebe durchsetzen, muss das Bestreben der Flüss

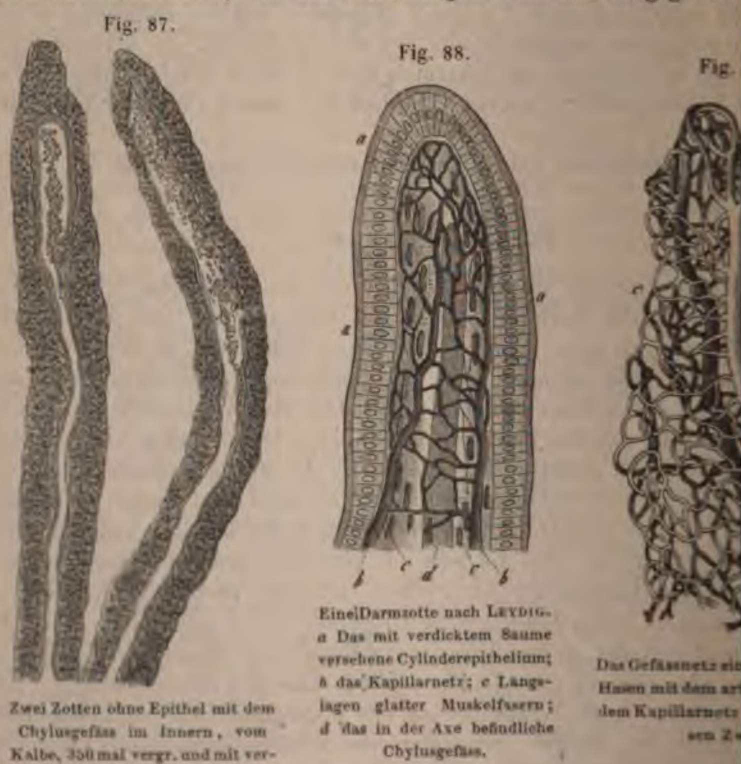
und andern Seite sich gleichmässig zu mischen, hindurchwirken. Wirk-
vir für einige Fälle der Aufsaugung im Darme auch im Stande zu zeigen,
ach den Gesetzen der Osmose zu erfolgen scheinen. Wir wissen, dass
onsgeschwindigkeit der salzsaueren und schwefelsaueren Salze bedeu-
hieden ist, und dass Membranen in den beiden Lösungen ein verschie-
llungsmaximum besitzen. Diesen Erfahrungen entspricht es, dass in
den Darm gebrachte Lösungen von salzsaueren Alkalien in der gleichen
eichlicher aufgenommen werden als die schwefelsaueren (LUDWIG).
diesem Experimente aber ableiten zu wollen, dass die Osmose überhaupt
ttungsvollere Vorgang bei der Resorption sei, wäre sicher nach unseren
gebenen Darstellungen ungerechtfertigt. Durch die mit der Schleimhaut
ung gebrachten verschiedenen Lösungen wird ihre Durchlassungsfähig-
eicht ihre Porenweite in verschiedener Weise beeinträchtigt.
üssen Filtrationsströme entstehen, wenn auf der einen oder andern
Flüssigkeiten Druckverschiedenheiten ausgesetzt sind. Solche Druck-
enheiten finden im Darme sicher statt. Es befindet sich der Darm-
ter dem pressenden Einflusse der peristaltischen Bewegungen der ihn
enden Darmmuskulatur, also unter einem positiven Drucke. In der Kon-
der Zotten des Darmes und der Lymphgefässe finden wir ein Moment,
m eben genannten positiven Druck gegenüber auf der entgegengesetzten
e zeitweilig einen negativen oder Saugdruck erzeugt. So verbindet sich
Vorgange der Diffusion im konkreten Falle stets der der Filtration, sodass
chkeit kaum jemals weder der eine noch der andere allein zur Wirksam-
men kann.
h Kapillarattraktionen scheint bei der Aufnahme mitzuwirken.

Bau der Darmzotten.

Darmzotten sind die uns schon bekannten zottenförmigen Schleimhaut-
gen, welche der Darminnenfläche das sammetartige Aussehen für das
fnete Auge verleihen. Sie sind mit einer Schichte derselben Cylinder-
n überzogen, die wir auch sonst den Darm auskleidend finden. Es sind
ne Zellen, deren freier, oberer, verdickter Rand, »der Zellendeckel« in
rten Streifung die Zeichen einer vielfältigen Durchbohrung durch feine
n erkennen lässt (KÖLLIKER, FUNKE u. A.). An ihrem unteren Ende, mit
der Schleimhaut ansitzen, verengern sie sich mehr und senden wohl feine,
usläufer in das eigentliche innere Zottengewebe herein, von denen es
wahrscheinlich ist, dass sie sich mit den Ausläufern der das Zottenge-
rchsetzenden Bindegewebskörperchen zu einem zarten Kanalnetze ver-
(HEIDENHAIN). Diese Bindegewebshohlräume sollen nach HEIDENHAIN die
hen Kapillaren der in den Zotten befindlichen Lymphgefässanfänge sein.
existirte also eine offene Verbindung zwischen dem Darmlumen und
mphgefässen. E. H. WEBER nimmt ein abgeschlossenes Chyluskapillar-
n der Zotte an, andere behaupten die Fortbewegung der Lymphe in
ndslosen Hohlräumen (FUNKE, BRÜCKE, BASCH u. A.).
Grundsubstanz der Zotte hat im Allgemeinen denselben Bau wie die
haut. Wir finden ein Netz von Bindegewebskörperchen, oder Fasern, in

welches reichlich rundliche, kernhaltige Zellen, von der Gestalt u
Lymphzellen, eingelagert sind. An der Oberfläche stehen diese Z
Zwischen Epithel und Zottengrundgewebe findet sich ein zarter, h
saum, der als eine stärkere Entwickelnng der ungeformten Zellen
stanz nicht als eine eigentliche Grenzhaut erscheint. Die Zotte ist
mit Blut- und Lymphgefässen und organischen Muskelfasern verseh
hautfortsatz.

In dem Centrum der Zotten finden sich die Anfänge der grös
gefässe oder, wie man sie im Darme nennt, Chylus- oder Milchs
In schmäleren Zotten findet sich beim Menschen meist nur ein cen
gefäss, welches meist mit einer etwas kolbig angeschwollenen
nahe unter der Zottenoberfläche endigt (Fig. 87). Manchmal find
solcher Stämmchen, welche sich im oberen Theile der Zotte schling
binden. Bei Thieren finden sich öfters bis zu 4 Chylusstämmchen
der Zottenspitze ein grobmaschiges Netz bilden. Die Bindegewebskö
münden in diese Gefässchen. Sie haben nach KÖLLIKER eine erkenn
und führen direkt in die grösseren Lymphgefässe, welche beson
feinsten Anfängen mit reichlichen Klappen versehen sind, welche de
strom nur in centraler, von den Zotten abgekehrter Richtung gestatt



Zwei Zotten ohne Epithel mit dem Chylusgefäss im Innern, vom Kalbe, 350 mal vergr. und mit verdünntem Natron behandelt.

Eine Darmzotte nach LEYDIG. a Das mit verdicktem Saume versehene Cylinderepithelium; b das Kapillarnetz; c Längslagen glatter Muskelfasern; d das in der Axe befindliche Chylusgefäss.

Das Gefässnetz ei
Hasen mit dem ar
dem Kapillarnetz
sen Z

BRÜCKE entdeckte um die centralen Chylusgefässe der Zott
längslaufende Schicht organischer Muskelfasern aus sehr zarten, s

stehend. Kölliker verfolgte sie zwischen die Lieberkühn'schen Drü- ie Tiefe und fand ihren Zusammenhang mit den Muskelfasern der

ser diesen bisher genannten Gewebsbestandtheilen besitzt jede Zotte noch llend reiches Netz von Blutgefässen, welche, fast direkt unter dem hellen m der Zotte gelegen, ein Gerüste für das übrige in sie eingeschobene Ge- stellt. Ein bis drei kleine Arterienstämmchen führen den Zotten das Blut n unter reichlicher Kapillarverästelung in ihnen bis an die Spitze empor meln ihre Kapillaren endlich wieder meist in ein grösseres Venenstämm- . 88. 89).

Der Mechanismus der Aufsaugung durch die Zotten.

uskelfasern der Zotten bewirken eine Zusammenziehung derselben, die sich als ng und Dickenzunahme zeigt (Brücke). Schiff behauptet, dass die Galle als Reiz ttenmuskulatur fungire. Durch diese Zusammenziehung, wahrscheinlich unterstützt e nach den Stämmen rhythmisch fortschreitenden Kontraktionen der Chylus- bei dem Meerschweinchen beobachtet), wird sowohl der Inhalt der Blut- als der fässe aus der Zotte herausgepresst. Sowie die Zottenmuskeln wieder erschlaffen, as Blut wieder reichlich in die Zotte ein, und die grosse Anzahl der plötzlich sich n Gefässe dehnt die Zotte wieder zu ihrem ruhenden Umfange aus (Fig. 90). Die ie Kontraktion entleerten Chyluswurzeln kön- von den grösseren Chylusgefässen her der n Klappen wegen nicht mehr durch Rückfluss Sie werden durch die Erektion der Zotten ausgedehnt, es entsteht dadurch ein negati- uck in ihnen, der zur unmittelbaren Folge ein n von Flüssigkeiten aus dem Darmrohre durch der Epithelzellen in die Chyluswurzeln her- muss. Der Eintritt wird noch durch den gleichzeitigen positiven Druck im Darmrohre rt. Eine zweite Kontraktion entleert die ge- te wieder und macht sie von neuem zum An- eschickt.

Fig. 90.



Zwei in Verkürzung begriffene Darmzotten der Katze. Vergr. 60.

t klar, dass die Resorption sonach, soweit sie in Ansaugung besteht, von einer Funktionirung tenmuskulatur abhängig ist. Alle Einflüsse, diese Muskelfasern lähmen, müssen die Resorp- nträchtigen oder ganz vernichten. Viele pa- ische Störungen der Darmfunktionen auf solchen Lähmungen. Es muss hier darauf aufmerksam gemacht werden, dass in gesteigerter Wassergehalt die Muskeln lähmt. Also werden alle Momente, welche eigerter Blutzufuhr ein Austreten von serösen Flüssigkeiten in die Zotten hervorrufen, augung hemmen können. So verstehen wir, dass fast alle zu starken Darmschleim- e mit wässerigen Stühlen verknüpft sind, die sich aus einem Mangel der Auf- der in normaler Weise in den Darm ergossenen Flüssigkeiten erklären lassen.

andere Art von Resorptionsorganen beschrieb in neuester Zeit Letzerich, er befindet r mit der Deutung seiner mikroskopischen Befunde in Widerspruch mit einer Unter- von F. E. Schulze, welche sich auf dieselben Organe bezieht, welche von Letzerich rptionsorgane, von Schulze für Schleimsekretionsorgane angesprochen werden.

Zwischen den gewöhnlichen Cylinderzellen der Zotten und der Lieberkü[hn'schen Drüsen] aller Wirbelthiere auch des Menschen finden sich grosse runde oder birnförmi[g con]tourirte Gebilde, Vacuolen. LETZERICH lässt sie sich fortsetzen in deutlich begre[nzte ...] die unter dem Epithel im Bindegewebe der Zotte sich zu einem Netzwerk v[...] Vacuolen haben eine nach dem Darmlumen gekehrte scharf umschriebene Oe[ffnung ...] hier die Cuticula (Zelldeckelschichte) der Cylinderzellen unterbrochen ersche[int ...] hält die Vacuolen nicht für Zellen, sondern für frei ausmündende, durch die [...] mit dem centralen Chylusgefäss verbindende Anfangstheile des Resorptions[...] geringer Fettfütterung sollen sich nur die Vacuolen mit Fett erfüllt zeigen. [...] besprechende Fettfüllung der Epithelzellen des Darms soll eine pathologisc[he ...] sein, die den Untergang der Zelle zur Folge hat. Das Fortrücken des Inhalt[s ...] soll durch stossweises Verkürzen und Strecken der Cylinderzellen erfolgen.

SCHULZE beschreibt dagegen die Vacuolen als Becherzellen, da ihr ob[erer ...] offen stehender Theil (Theca) wie das Gefäss eines Römers mit einem versch[...] dem ein Kern sich zeigt, auf der Membrana propria aufsitzt. Er fand die [...] ebenfalls im ganzen Darmkanal und den Darmdrüsen der Wirbelthiere. Im Epi[thel ...] des Mastdarms bei Amphibien und Reptilien, im Epithel des Oesophagus, d[er ...] Mundhöhle, sowie in der Nasenschleimhaut des Frosches, auch auf der Ober[...] in Wasser lebender Wirbelthiere. An den noch lebensfrischen Barteln von [...] silis konnte er aus ihnen die Absonderung einer schleimigen Masse direkt un[ter dem Mikro]skope beobachten. Aus jeder der runden Oeffnungen der Becherzellen [...] kleiner Hügel einer hellen, leichtgetrübten, wie Schleim aussehenden [...] derselbe wuchs ziemlich rasch in die Länge, schnürte sich dann an seine[r ...] etwas ein, sodass das Bild eines im Abtröpfeln begriffenen, zähen Tropfens [...] wurde diese untere halsartige Einschnürung immer dünner und zerriss zule[tzt ...] chen fiel ab, ein neuer Hügel derselben Masse erschien in der Mündung [...] und es wiederholte sich mehrmals dasselbe Spiel. Deutlicher kann das S[...] Zelle nicht beobachtet werden, und es ist mehr als wahrscheinlich, dass [...] einzellige Drüsen sind, die der Schleimabsonderung vorstehen.

DONDERS, der diese Becherzellen schon als veränderte Cylinderzellen be[...] sonach wenigstens für die Annahme, dass der Darmschleim theilweise aus [...] stamme, Recht. Andere halten die Becherzellen für Kunstprodukte. Einzel[...] den sich, wie wir wissen, bei niederen Thieren nicht selten.

Zur vergleichenden Anatomie. — Die Schleimhaut des Darms der Wirbel[thiere ...] durchgängig Zotten und Leisten in mannichfachen Uebergängen. Am allgem[...] Zotten bei Säugern und Vögeln. Sie fehlen auch manchen Fischen nicht. [...] und Schnabelthiere besitzen sie trotz der älteren gegentheiligen Angaben. A[...] zotten kann sich die Oberfläche derselben von Neuem zu sekundären Zöttch[en ...] der Darm des Elephanten und des Rhinozeros lehrt (LEYDIG). Beim Hund [...] lang und schmal, bei dem Rind breit und kürzer.

Fettresorption.

Die Chylusgefässe am Darme zeigen sich etwa 4 Stunden na[ch ...] fettreicher Nahrung alle reichlich mit einer weissen, milchähnlich[en ...] — Chylus — gefüllt, die bei näherer mikroskopischer Betrachtung [...] Fetttröpfchen, die in unzähliger Menge in ihr suspendirt sind, ein un[...] Aussehen erhält. Ueberall in dem Parenchyme der Zotten zerstr[eut ...] grössere oder geringere Anhäufungen von feinsten oder grössere[n ...] und Tropfen. Die Cylinderepithelzellen selbst zeigen sich so reic[h ...]

, denen hie und da auch einzelne grössere Fetttröpfchen beigemischt llt, dass oft der Kern gar nicht mehr sichtbar ist. Ehe man die Kanäl- er Deckelmembran der Cylinderzellen, ehe man die wichtige Funktion kannte, die feinen Kapillarwege der Zellen auch für Fett durchgängig zu var diese Fetterfüllung sehr räthselhaft. KÖLLIKER konnte mit dem Mi- feine Tröpfchen Fett innerhalb der Zelldeckelmembran, also innerhalb n Kanälchen, nachweisen. Diese sammeln sich innerhalb der Zelle zu Tröpfchen und werden von da aus in das Kanalsystem der mit den communicirenden Bindegewebskörperchen angesaugt. So sehen wir ziemlich regelmässigen, manchmal netzförmig verzweigten Wegen, die Eindruck von Kapillaren machen, die Zotte erfüllen und dem centralen isse zustreben, das, durch die Erfüllung mit dem fettreichen Safte aus- leutlich erkennbar ist. Hie und da ist die Fettanhäufung durch die ganze eichmässig, dass diese dadurch ganz undurchsichtig erscheint. In anderen den sich nur sehr wenige bandartige Streifen mit undurchsichtigem Fette Gewebe (E. H. WEBER, FUNKE).

Hauptmasse des Fettes wird zweifelsohne in den Zotten des Dünndarmes Auch in den Epithelzellen der übrigen Dünndarmschleimhaut finden r den gleichen Verhältnissen Fettanhäufungen. Bei säugenden Thieren IKER Fett auch in den Epithelzellen des Magens. Aus dem bisher Erkann- ervor, dass die Aufnahme des Fettes vor allem der Filtration durch die re Ermöglichung verdankt. Die Galle und die durch die Pankreasver- ebildeten Seifen machen die Porenwege für Fett durchgängig, das sich die ihm vorgezeichneten Wege einpressen lässt. Das Fett gelangt zum Theil direkt zuerst in die Chylusgefässe.

Betheiligung der Blutkapillaren an der Resorption.

grosse Reihe von Thatsachen beweist, dass auch die Blutkapillaren des Darmes an ption sich betheiligen und Stoffe aufnehmen. Wir werden nicht irren, wenn wir orption durch die Blutkapillaren vor allem auf Rechnung des Osmose setzen. In efässen kreist das Blut, eine eiweisshaltige Flüssigkeit. Das endosmotische Aequi- s Eiweisses ist fast $= \infty$, d. h. für Spuren von Eiweiss gehen unbegrenzte Mengen durch Diffusion auf die Seite des Eiweisses, wenn wir durch eine thierische Mem- eant Eiweiss und Wasser einander gegenübersetzen. Vor allem wird es also Wasser lches theilweise ausser in die Chylusgefässe auch in die Blutgefässe des Darmes ergeht. Aber auch bei den wahren Lösungen, bei denen wir nach den Beobachtungen hme nahezu nach den anorganischen Gesetzen der Diffusion eintreten sehen: Pepton-, Salzlösungen etc. scheint es nicht unwahrscheinlich, dass die Blutkapillaren sich en Aufsaugungen betheiligen. Die genannten wahren Lösungen bedürfen zu ihrer n auch nicht der Darmsaugeinrichtungen. Sie können schon in der Mundhöhle, in eröhre, im Magen aufgenommen werden, wie sie es auch werden, wenn man sie eine frisch angelegte Wunde bringt. Man glaubt gewöhnlich, dass die feuchten embranen der Diffusion keinen sehr bedeutenden Widerstand entgegen setzen. eben meine Untersuchungen mit ganz frischen, lebenden thierischen Membranen, auten vom Darm oder Magen, dass die Imbibitionsfähigkeit derselben durchaus gross ist, wie sie die auf Osmose fussende Resorptionstheorie forderte. Sie sind in , solange sie ganz lebensfrisch sind, für indifferente Flüssigkeiten fast undurch- lange das Epithel nicht verletzt ist. Die stark sauere oder alkalische Reaktion des

Chymus wird von diesem Gesichtspunkte aus auch für die Resorption
Diffusion erleichtert S. 121.

Das Blutgefässsystem und die Lymphgefässe theilen sich also in die aufzun
Für die Fette wird der speciell endosmotische Vorgang im Darme trotzdem,
tränkung der Gewebe mit Galle sie ermöglicht, stets nur ein geringer sein.
stattfindet, geht aber wohl daraus hervor, dass das aus dem Darme stam
Pfortader während der Verdauung einen bedeutenderen Fettreichthum er
andere Blutadern aus anderen Körpergegenden. Dasselbe scheint auch für
zu gelten. Wenn sie auch durch die Verdauungssäfte die Fähigkeit zu diffu
so bleibt dieselbe doch, obwohl sie nach FUNKE fast zehnmal grösser ist als di
selbst, immer noch eine verhältnissmässig geringe, das endosmotische Aequiva
ist im Verhältnisse zu dem anderer Stoffe, z. B. Zucker, Salze, Säuren etc.
sehr hohes. Je langsamer der endosmotische Vorgang verläuft, desto sicherer
Stoffe der aktiven Aufsaugung durch die Darmzotten: Eiweissstoffe und Fett
zum grössten Theil in die Anfänge der Chylusgefässe. Ebenso geht dahin a
Antheil der leicht diffundirenden Stoffe, wie sich schon aus der Betrachtung
ergeben würde, auch wenn sie in dem Chylus nicht mit Sicherheit scho
wären: Zucker, Salze, Milchsäure. Sehr merkwürdig ist es, dass kein Zuc
oder nachgewiesen werden kann, es scheint danach, als ob gar keiner durch
aufgesaugt würde. Es scheint darin ein Fingerzeig zu liegen, wie ungeme
haupt der Diffusionsvorgang im Darme zur Wirksamkeit kommt.

Es sind also vor allem: Wasser, anorganische Salze, Eiweissstoffe, Fe
einige Umsatzprodukte desselben, gemischt mit wieder aufgenommenen
dauungssäfte selbst, welche das Blut durch die Chylusgefässe aus dem D
Die direkt in das Blut aus dem Darm gelangenden Stoffmengen sind aber v
gering.

Aerztliche Bemerkungen. — Resorption im Dickdarm. Die Versuche
BAUER über die Resorption von Albuminaten im Dickdarm sind für die Frag
nährenden Klystiere von Wichtigkeit. Flüssiges Eiereiweiss allein wir
aus gar nicht oder nur spurweise aufgenommen, das osmotische Aeq
selben ist 706, das der Peptone 9,5. Peptonlösungen verschwinden rasch
Wird durch Schlagen verflüssigtes Hühnereiweiss mit einer Kochsalzlösu
Klystier eingespritzt (bei Hunden), so geht mit dem Kochsalz auch das Ei
über und der Umsatz der Eiweissstoffe des Organismus wird dem zugeführ
sprechend vermehrt, was sich durch vermehrte Harnstoffausscheidung zu
Viel leichter als Eiereiweiss mit Kochsalz wird natürliches Muskelf
Fleischsaft vom Dickdarm aus resorbirt. Man presst durch hydraulis
im Fleisch gelöste Eiweiss aus, das dann einen rothen, stark sauer reagir
stellt. Im Mittel geben 1000 Gramm Fleisch 230 Gramm Wasser und 5,9 %
Fleischsaft wird leicht im Dickdarm resorbirt. Das Infusum carnis
LIEBIG enthält nur 1,14 % Albuminate (cf. S. 160). Neben dem Albumin
nach den bekannten Ernährungsgesetzen auch Fett oder wohl besser gelös
(Zucker z. B.) dem ernährenden Klystier zugemischt werden, wenn eine
reichende Ernährung postulirt wird.

3.

Die Lymphe und der Chylus.

Es ist das Chylusgefässsystem mit seinen Anfängen
wichtigste Quelle für die Erneuerung des Blutes. In Beziehung

grösserer Quantitäten von Fett ist keine andere Aufnahmsquelle mit vergleichen. Man darf bei der Wichtigkeit der Chyluszufuhr für das nicht übersehen, dass die Ernährung des Blutes aus dem Darme nur ler Fall der Ernährung und Erneuerung des Blutes aus allen Körper- i. Wo das Blut die Organe durchströmt, trifft es auf Gewebsflüssigkei- he die wichtigsten Blutbestandtheile: Eiweissstoffe, Salze, Zucker etc. halten. Es muss wie im Darme so auch dort ein Diffusionsverkehr zwi- Organflüssigkeiten und dem Blute eintreten, der je nach dem Gehalte an den betreffenden Stoffen zu einer Mehrung oder Minderung dersel- ste führen muss. Dazu kommt noch, dass in allen Organen sich eben sse wie die Chylusgefässe im Darme finden, in welche die Gewebs- n mit all ihren Stoffen sich ergiessen: die Lymphgefässe, welche len Geweben empfangenen Stoffe gemischt mit den vom Darm stam- meinschaftlich dem Venensystem zuführen. Besonders bei Betrachtung rzustandes wird diese Gleichheit der Funktionen der Darm- und son- anlymphgefässe ersichtlich. Die Organe dienen dann als Reservoir's, das Blut die verbrauchten Stoffe sich ersetzt. Die festen Organbestand- len dabei nach und nach verzehrt, sie werden verflüssigt und in die Säftemasse zur Betheiligung an den Aktionen derselben übergeführt. dazu verflüssigende, verdauende Einwirkungen in den festen Geweben so stattfinden wie an den festen in den Darmkanal zur Verdauung auf- en Stoffen. Es ist nicht undenkbar, dass das Pepsin, das bei der Resorp- die Säftemasse aufgenommen wird, in Organen mit leicht sauer werdender ieselben auflösenden Wirkungen entfaltet, wie im Darme. Sicher setzt die Wiederlösung der in den Organen fest gewordenen Eiweissstoffe ge Fermentwirkung wie die des Pepsins oder des Eiweiss verdauenden rmentes voraus. Die Entdeckung des Pepsins im Muskelsafte ist von ichtspunkte aus wichtig. Die Lymphbildung in den Organen ist selbst- h eine immerwährend fortgehende Funktion; beständig wird mit dem ischt auch Lymphe dem Blut zugeführt. Innere und äussere Ernäh- wenn wir als letztere die vom Darm aus bezeichnen wollen — findet hzeitig statt, nur überwiegt die Darmaufnahme zu gewissen Zeiten, zu anderen die Aufnahme aus den Organen die bedeutendere ist.

lus und Lymphe sind also dem Wesen nach gleichbedeutende Begriffe. s ist die Darmlymphe.

Bau der Chylus- und Lymphgefässe.

us- und Lymphgefässe bilden zusammen ein vielverzweigtes Röhren- welches in seinem Baue mit dem Venensysteme im Wesentlichen über- . Im Allgemeinen ist der Verlauf der Lymph- und Chylusgefässe aus mie bekannt. Bemerkenswerth ist ihr Reichthum an Klappen, welche klappen entsprechen. Die grösseren Lymph- oder Chylusgefässe be- die Blutgefässe drei Häute. Die Intima besteht aus einer Epithellage ngerten Zellen aufliegend auf elastischen Fasernetzen. Die Media setzt uerverlaufenden glatten Muskelfasern mit ebenfalls querlaufenden ela-

stischen Fasern zusammen. In der Adventitia laufen die Bindegew
denen sie besteht, der Länge nach, unter ihnen zeigen sich auch l
Lymphgefässen längslaufende organische Muskelfasern, welche sie
nen Venen unterscheiden lassen und die ihre (beim Meerschwei
achtete Kontraktilität erklären. Bei dem Ductus thoracicus schiebt
das Epithel der Intima und die elastischen Fasernetze noch eine
Lage ein. Die Media beginnt mit einer zarten längslaufenden Bi
(Kölliker).

Ueber den Ursprung der Lymphgefässe sind die Untersuchun
nicht geschlossen. Man ist vielfältig der Meinung, dass sie mit den
körperchen-Netzen in Zusammenhang stehen, dass diese gleichsa
Lymphkapillaren anzusehen sind, in dessen Knoten die Protoplas
Bindesubstanzen (Zellen) liegen — Virchow etc. — Es finden sich
ren, an denen man keine Schichtung der Wand mehr beobachten ka
Batrachierlarven, an deren Schwänzen Kölliker diese Lymphkapill
schienen sie sich ihm aus sternförmigen Zellen — Bindegewebsk
zusammenzusetzen. Die Lymphkapillaren sind etwas weiter als die B
Andere Beobachter nehmen an, dass die Anfänge der Lymphgefäss
lücken bestünden, die sich erst im weiteren Verlaufe in die eigentli
kapillaren und Lymphgefässe ergössen. In den Drüsen scheinen die
Lymphgefässe spaltenförmige Räume zwischen den Blutgefässen und
webselementen. Im Rückenmark sollen nach His solche Lymphs
Blutgefässe umgeben: perivaskuläre Räume. Auch die serösen
man neuerdings als kolossale lymphatische Spalträume an.

F. v. Recklinghausen zeigte an einigen Lymphgefässen ähnliche aktiv
rate zur Einsaugung von Flüssigkeiten, wie wir sie in den Darmzotten
haben. Er fand, dass die Lymphgefässe des Centrum tendineum des Zw
Bauchhöhle Flüssigkeiten, welche kleine Körperchen suspendirt enthalten,
höhle aktiv resorbiren. Diese Resorption lässt sich direkt unter dem Mikros
facher Vergrösserung) beobachten. Bringt man mit Zuckerwasser verdünn
sorgfältig ausgeschnittenes Stück der peritonealen Fläche des sehnigen Zwerc
so sieht man über den oberflächlichen Lymphgefässen Strudel entstehen, w
kügelchen in das Lumen derselben einführen; auch rothe Blutkörperchen
ben, ohne ihre Gestalt zu ändern. Die Oeffnungen, in welche die Körperche
etwa 3mal so gross wie ein rothes Blutkörperchen, meist von ovaler Gesta
gelegen, wo mehrere Epithelzellen des Bauchfells zusammenstossen: Stom

Die seröse Flüssigkeit der Bauchhöhle, welche Lymphkörperchen entha
diesen Saugorganen beständig während des Lebens eingesaugt, also aus
ebenso beständig wieder in die Bauchhöhle ergossen zu werden.

Die Flüssigkeiten, welche in die Wurzeln der Lymph- und Chylusge
sind in ihrer chemischen Zusammensetzung bedingt von der Mischung des im
tenen Chymus und der specifischen Gewebe, aus denen sie stammen. Je nach
Nahrung, je nachdem die Aufsaugung durch die Blutgefässe eine grössere oder
spielt etc., wird der Chylus sehr wechselnde Zusammensetzung zeigen.
sind die Chylusgefässe mit einer durchsichtigen, nur sehr schwach opalesc
keit gefüllt; wenn reichlich Fett in der Nahrung enthalten war, zeigt die
jenes oben beschriebene milchähnliche Aussehen. Wir wissen, wie verschie
zelnen Geweben und Organen der Stoffumsatz sich gestaltet. Es ergiebt sch
Ueberlegung, dass die Lymphe aus jedem Organe eine andere Stoffmisc

uss; so verschieden die Parenchymflüssigkeiten sind, so verschieden wird die setzung der Lymphe sein, die aus den betreffenden Organen herkommt. Die t in Beziehung auf diese Fragen noch Alles zu leisten. Nirgends noch kennen wir he Zusammensetzung der zur Lymphe oder zu Chylus werdenden Flüssigkeiten wo wir untersuchen können, sind die Flüssigkeiten dadurch, dass sie schon drüsen passirt haben, in ihrer Zusammensetzung specifisch verändert. Wir ie Lymphe und den Chylus nur in schon verändertem, dem Blute verähnlichtem wie ihn die Lymphdrüsen hergestellt haben.

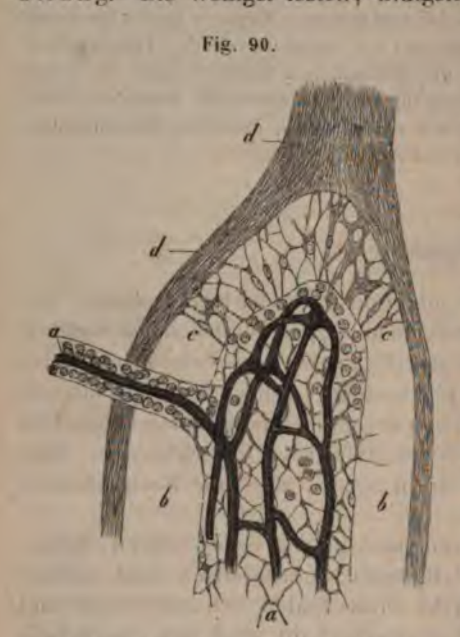
Bau der Lymphdrüsen.

r die Lymphdrüsen sind vor allem die Follikel zu rechnen. Die ymphgefässe führen den rohen Saft ihnen zu, die Follikel selbst mischen us ihrem Inhalte geformte Elemente: Lymphkörperchen bei, unter wirkung der Chemismus der Lymphe und des Chylus seinen specifischen enthält. Die grösseren Lymphdrüsen zeigen in ihrem anatomischen Bau ht zu verkennende Analogie mit diesen einfachsten Drüsenformen. Man zu einem gewissen Grade mit Recht sagen, dass die komplicirteren sen kombinirte Follikel seien.

ymphdrüsen des Menschen besitzen einen bindegewebigen Kern: Hilus-lis), der eine Anzahl grössere Blutgefässverästelungen und wahrer sse in sich einschliesst. An jeder Drüse finden sich zuführende und e Lymphgefässe. Auf dem Drüsendurchschnitt zeigt sich eine Schei-chen Mark- und Rindensubstanz, erstere ist beim Menschen sehr gering. Bau ist nach den neuesten Untersuchungen von Frey, His, Kölliker etc. Jede Drüse hat eine Hülle, welche ein reiches Balkennetz in das Innere abgehen lässt, wodurch diese in eine grosse Anzahl von unter einander irenden Hohlräumen getrennt wird, die in der Rinde mehr rundliche ben und als Alveolen bezeichnet werden und eine ziemlich scharfe Ab-eigen; im Innern der Drüse sind die von den Balkennetzen gebildeten mehr länglich, strangförmig, vielfach unter einander verbunden. Die teht mit ihren Balkennetzen bei dem Menschen vorzüglich aus Binde-dem aber eine nicht unbedeutende Zahl glatter Muskelfasern beigemischt Säugethieren (Ochsen) finden wir sie fast ganz aus Muskelfasern beste-nerhalb dieser Alveolen und schlauchförmigen Hohlräume liegt nun das e Drüsengewebe. Diese Drüsensubstanz besteht vor allem aus einer grossen er uns schon bekannten rundlichen Zellen, die auch den Follikelinhalt n, welche ganz die Form und das Aussehen der Lymphkörperchen an n. In der Mitte jeder Alveole findet sich ein festerer Kern der Drüsen- Er zeichnet sich dadurch aus, dass er Blutgefässe in sich enthält, nach n ist der Zusammenhang der Zellen lockerer, es finden sich keine Blut- Sie liegen nicht ganz frei in den Alveolen, sondern sind in ein Netz us Bindegewebskörperchen bestehender, von den Balken abgehender ngebettet. Im Innern des Alveoleninhaltes wird dieses Netz dichter und sich an die Oberfläche der Blutgefässe (Fig. 90). Dieser festere, mittlere rn in jeder Alveole, welcher nach der Gestalt der Balkenhohlräume in ensubstanz mehr kugelig, in der Marksubstanz mehr strangförmig ist:

bekommt im ersteren Fall den Namen: **Rindenknoten**, im zwe **strang**. Die weniger festen, blutgefässlosen Umhüllungsschichte

Fig. 90.



Aus der Marksubstanz einer von der Arterie mit Chromblei eingespritzten Mesenterialdrüse des Ochsen. Ausgepinselt und 300mal vergr. *a.* Ein Markstrang, in dem das Capillarnetz, das feine Reticulum und noch einzelne Lymphkörperchen sichtbar sind) *bb.* denselben umgebender Lymphgang, in dem das überall vorhandene aus kernhaltigen Zellen bestehende Reticulum nur bei *cc.* gezeichnet ist. Die Lymphkörperchen des Lymphganges sind ausgepinselt. *dd.* Fast ganz aus glatten Muskeln bestehende Balken, á. ein kleiner Markstrang mit nur einem Blutgefässe und mit Lymphzellen gefüllt.

traldrüsengebilde werden räume, Lymphsinus lungsräume bezeichnet. dürfen wir sie uns nic Hohlräume vorstellen. M der Gefässe zeigen sie sich von lockerem Gefüge, doc baut wie die Rindenknote stränge. Da die Alveole einander in offner Verbin so befinden sich auch die M einander in Verbindung, s Ganzen isolirt eine vielve verbundene Figur darstelle gewebsfasern verdichten s der Drüsensubstanz etwas sie sich von den rings Lymphräumen doch mehr abschliessen, ohne dass ei Membran vorhanden wäre. räume stehen ebenso wie d Drüsensubstanz durch die hindurch in ununterbroch dung, und stellen somit ein tes Kanalnetz dar zwische und der eigentlichen Drüse

Das Verhalten der Lym den Lymphdrüsen ist n Die zuführenden Gefässe Hülle heran, durchsetzen di den in je einen Lymphraum ein. Auf der entgegengesetzten Seite die abführenden Lymphgefässe wieder aus den Lymphräumen. Es Bahn des Lymphstromes vom Vas afferens aus durch die Lymphräu und des Markes zum Vas efferens. Auf diesem Wege, den sie sicher langsam zurückzulegen vermag, indem sie hindurchsickert, nimm einen Theil der lose im Bindegewebsnetz eingebetteten Zellen mit aller Wahrscheinlichkeit nach aus dem Drüsenkern immer von ne Nach Brücke u. A. finden sich in der Lymphe, nachdem sie eine hat, mehr Lymphkörperchen als vorher. Auch bedeutende chemis lungen müssen in den Lymphdrüsen vor sich gehen, da sich der h den Lymphgefässen befindliche Saft wesentlich vor allem schon d mischung von Zellen von den Chymus und den Gewebsflüssigkeite er entstanden, unterscheidet.

Zusammensetzung des Chylus und der Lymphe.

Lymphe lässt eine farblose Flüssigkeit und beigemischte, farblose, e Zellen unterscheiden, welche mit denen im Inhalte der Lymphdrüsen sind und ebenso mit den später zu besprechenden weissen Blutkörper- 91). Ueberdiess zeigt das Mikroskop feine Fettpartikelchen und Kerne. hflüssigkeit: Lymphplasma gerinnt wie das a spontan und scheidet Faserstoff aus, ent- ibrinogene und fibrinoplastische Substanz (A. letztere in geringerer Menge als das Blut (S. 352). n Blut beschleunigt die Fibrinausscheidung. hme des Blutfarbstoffes finden sich in der überhaupt alle chemischen Bestandtheile des non vor und wie es scheint zum Theil in ganz Mischung wie dort: verschiedene Eiweiss- tte, die als feinste Körnchen sichtbar werden Protagon, Zucker, die Blutsalze, Wasser, unter ktivstoffen ist Harnstoff nachgewiesen wor- r Chylus aus dem Ductus thoracicus ver- Thiere unterscheidet sich im Allgemeinen von der Lymphe hauptsächlich durch seinen Reichthum an suspendirtem Fett während der fetthaltiger Nahrung; er enthält auch Harn- Unter dem Mikroskope zeigt er, wie schon jene Masse molekuläres Fett hier und da nach Stehen untermischt mit Fetttröpfchen, das Fett giebt ihm seine Undurchsichtigkeit und weisse ei Thieren (Hunden) wird er beim längeren Stehen an der Luft etwas färbt, was von rothen Blutkörperchen herrührt, die sich ihm fast immer finden, und die von Manchen bei Thieren für keinen anormalen eil gehalten werden. Sie werden, da sie leichter sind als die weissen n, an der Oberfläche des Chyluskuchens beim Stehen angehäuft.

Fig. 91.



Elemente des Chylus. *a.* Durch theilweise Zusammenziehungen sternförmig gewordene Lymphkörperchen, *b* freie Kerne, *c.* ein solcher von einigen Körnchen umgeben, *d. e.* kleine Lymphzellen, die einem mit deutlichem Kerne, *f. g.* grössere Zellen, eine mit sichtbarem Kerne, *h.* eine solche nach Zusatz von wenig Wasser, *i.* Essigsäure.

Chylus lässt seine Abstammung aus den verdauten Nahrungsstoffen an Verschiedenheiten je nach der Nahrungsweise noch erkennen. Nach Nahrung ist der Chylus durchsichtig wie Lymphe, wie diese durch die hten Zellen nur leicht opalescirend, ebenso im nüchternen Zustand; hreibt diesen Chylus dann als Darmlymphe. Die Fette des Chylus zeigen dem aufgenommenen Fett Verschiedenheiten, sie sind flüssig oder leicht l, je nachdem flüssiges oder festes Fett aufgenommen wurde. Jedes der tstäubchen ist mit einer Eiweisshülle umgeben. Auch seifenartige Ver- aus der Fettzersetzung im Darm durch das Pankreassekret stammend chgewiesen werden. Ebenso zeigt ein Theil der Albuminstoffe des Chy- die Eigenschaften der Peptone, ein anderer grösserer Theil zeigt sich Serumeiweiss, ganz wie dieses im Blut sich findet, ein anderer sich durch Essigsäure fällen, ist also Kalialbuminat (Caseïn), ein hr geringer, schon durch Kohlensäure: Globulin. Der Gehalt an Fi- de schon erwähnt.

Zucker — Traubenzucker — ist im Chylus nicht immer vo findet sich besonders nach zucker- oder stärkereicher Kost, wodurch sei in den Chylus aus dem Darme bewiesen wird. Der Zuckergehalt ka 1—2% betragen. Nach Stärkefütterung fand LEHMANN milchsauere Salz

Das Vorkommen von Harnstoff in dem Chylus, das WURTZ entdeckte interessant, da daraus hervorgeht, dass wenigstens ein Theil des Harnstoffs Nahrung stammend den Organismus verlässt, schon im Darm und seinen Gew drüsen?, gebildet wird. Im Chylus von Rindern fanden sich etwa 0,2 pr. (0,192 und 0,189). Daraus, dass in der Halslymphe 0,213 Harnstoff gefunden nicht gefolgert werden, dass er in der Lymphe in grösserer Menge vorhanden die Versuchsschwierigkeiten bei einer quantitativen Harnstoffbestimmung in Flüssigkeiten bedenkt. Bei einem Widder fanden sich im Blute 0,25 pr. lus: 0,28.

Die chemische Zusammensetzung der Lymphdrüsen ist so gut wie unbe BESANEZ gibt in den Lymphdrüsen von Thieren und Menschen Leucin (FRI DELER) und xanthinähnliche Körper als Bestandtheile an. OIDTMANN fand naldrüse einer alten Frau:

Wasser . . .	71,5%
feste Stoffe . .	28,5
davon Salze .	1,2

Es geben diese Thatsachen keine Anhaltspunkte, um auf die Stoffvo Lymphdrüsen Schlüsse zu gestatten, sodass die aufgetretene Annahme, da Leber die Hauptstätten der Harnstoffbildung seien, analog wie für die Milz wurde, dass in ihr die Harnsäure der Hauptmasse nach entstehe (H. RANKE), mehr als eine, freilich eine Prüfung zulassende, Hypothese ist.

Als Beispiel der quantitativen Zusammensetzung mag die Analyse eines Hingerichteten nach OWEN REES dienen:

Wasser . . .	90,5%
feste Stoffe . .	9,5
Faserstoff . .	Spur
Albumin . . .	7,1
Fette	0,9
Extraktivstoffe	1,0
Salze	0,4

Die Zusammensetzung der anorganischen Stoffe ist sehr bemerkenswerth. darin ein Gehalt an Eisen, welches wahrscheinlich von dem Hämatin beigem Blutkörperchen stammt. Die Hauptmasse besteht aber aus Kochsalz, gege anderen Bestandtheile sehr zurücktreten.

Nach den Bestimmungen von C. SCHMIDT an Chylus von Pferden waren en

in 1000 Gramm Chylus:

Chlornatrium	5,84
Natron	1,17
Kali	0,13
Schwefelsäure	0,05
an Alkalien gebundene Phosphorsäure	0,05
phosphorsauerer Kalk	0,20
phosphorsauere Magnesia	0,05
Eisen . . . . Spur	(0,004).

Die Trennung der Analyse in Serum und Chyluskuchen zeigt, dass im letzterem, der die Chyluskörperchen oder Zellen enthält, das Kali etwas über

ili auch in dem Serum, in 1000 Serum 0,11, in 1000 Kuchen 0,70. Doch ist die
iberhaupt so gering, dass daraus ein wichtiger Unterschied zwischen dem Chylus
ut erwächst, den wir erst in der Folge werden würdigen können.
e Bestimmungen werden erst ihren Werth erhalten, wenn vergleichende Bestim-
r die in der Nahrung enthaltenen Salze und die im Chylus sich findenden vor-
werden. Es kann jetzt immer noch scheinen, als wäre der Hauptgrund der
chen Salzvertheilung in dem Chylus nur in der Salzzufuhr zu suchen. Ein ver-
Blick auf die Zusammensetzung der Lymphasche, welche weniger diesem
nterliegt, zeigt aber doch, dass wir es hier wahrscheinlich auch mit einer Mischung
Gründen zu thun haben, da sonst die sich zeigende unverkennbare Uebereinstim-
r nicht erklärlich wäre. C. Schmidt fand in der Asche der Lymphe aus dem
slymphstamme eines jungen Pferdes

1000 Lymphe enthielten:

Chlornatrium	5,67
Natron	1,27
Kali	0,16
Schwefelsäure	0,09
an Alkalien gebundene Phosphorsäure	0,02
phosphorsauere Erden	0,26

Kuchen, der die Lymphkörperchen einschliesst, überwiegen relativ die Kalisalze
itronsalze bedeutender als das bei dem Chylus der Fall war, umgekehrt ist es im
m. In 1000 Serum sind 0,11 Kali, in 1000 Kuchen 1,07 Kali. Ebenso ist es mit
iorsäure.
nd in der Pferdelymphe kohlensaueres Alkali. 0,06%, Dähnhardt auch in der
m Menschen.
e Bemerkungen. — Ueber die Verschiedenheiten der Zusammensetzungen der
bei verschiedenen physiologischen Zuständen ist noch fast Nichts erforscht
rsuchungen von C. Schmidt lassen aber die Lymphe in so vollkommener Weise in
Abhängigkeit von dem Blute erscheinen, dass es mehr als wahrscheinlich ist,
uch bei ihr vor allem die verschiedenen Ernährungszustände von grosser Bedeu-
werden, die wir bei dem Blute die Zusammensetzung bestimmen sehen.
äre es falsch, die Lymphe als ein einfaches Transsudat aus dem Blute ansehen
Schon der hohe Zuckergehalt zeichnet die Lymphe vor dem Blute aus und lässt
n eigentlichen Gewebssaft erscheinen. Der Zucker ist ein konstanter Lymph-
l und findet sich nicht nur in der Lymphe der Leber z. B., sondern auch in der
zum Beweise, dass ihr auch andere Gewebe (Muskeln) beständig Zucker bei-
Nach Poiseuille und Lefront war während der Verdauung an Zucker pr. mille

	im arteriellen Blute:	im Inhalte der Duct. thor.:	in der Halslymphe:
Hunde	Spuren	1,09	1,66
Pferde	0,69	2,20	4,42

em Hungern soll die Lymphe wasserärmer (Krause) sein als nach Nahrungsauf-
ch Gmelin auch albuminreicher. Nach dem Durchgang durch die Lymphdrüsen
s die Lymphe ebenfalls procentisch etwas reicher an Albumin.
ge der Lymphe. — Nach Bidder beträgt die tägliche Chylusmenge etwa $1/6$—$1/4$ des
ichts. Ludwig und Krause berechnen für die Lymphmenge die enorme Grösse von
Körpergewichts. Es beweisen diese Zahlen, wenn nicht mehr, doch so viel, dass
r gewaltiger Säftestrom ist, welcher den Organismus von Zelle zu Zelle durch-
den Stoffverkehr besorgt.
fässfisteln. — Aus zufällig entstandenen Lymphgefässfisteln und Lymphgefäss-
t man Lymphe vom Menschen in grosser Quantität zur Untersuchung gewonnen.
te geben, da sie sich nicht auf bekannte physiologische Zustände beziehen, nur
res Bild der Stoffmischung, die sich hier finden kann. Beispielsweise stehen hier

Analysen von Lymphe einer gesunden 39jährigen Frau aus einer Lymph-
Oberschenkel gewonnen, es flossen im Tage bis gegen 3000 Gramm ab, na
QUÉVENNE:

	I.	II.
Wasser.	939,87	934,77
feste Stoffe	60,13	65,23
Faserstoff	0,56	0,63
Albumin	42,75	42,80
Fett	3,82	9,20
Extraktivstoffe . .	5,70	4,40
Salze	7,30	8,20

Bei derartigen Fisteln wird es unschwer möglich sein, den Einfluss vers
rung und anderer physiologischer Bedingungen experimentell zu untersuc
stehenden Untersuchungen zeigen, dass der Fettgehalt der Lymphe nicht
Schwankungen bei demselben Individuum erkennen lässt; es wird das wah
der verschiedenen Ernährungsweise sich erklären lassen.

Die Chemie der Lymphe ist ein Kapitel, welches dem Untersucher noch e
der Thätigkeit darbieten würde.

Die Gase der Lymphe sind noch wenig bekannt. DÄNHARDT fand durch Ko
bare Kohlensäure in der Menschenlymphe, die in der Lymphe an Natronph
den war.

Ein direkter Nerveneinfluss auf die Lymphabsonderung wie etwa bei den I
noch nicht nachweisen lassen. Muskelkrämpfe beschleunigen den Ausflu
und Lymphfisteln zunächst durch die mechanische Pressung auf die gefüllten G

Man bezeichnet vor allem die Bewegung der Lymphe und der übrige
soweit sie nicht in den Bahnen der Blutgefässe, sondern durch die Zellen et
stattfindet, als intermediären Säftekreislauf. Aus den kapillaren Blut
ernährende Flüssigkeiten aus, welche nach Durchtränkung der Gewebe als L
in den Blutstrom übergeführt werden. Die grosse Menge der Lymphe (etwa g
menge), zu welcher noch die Darmlymphe (Chylus) mit den von aussen zu
von den Verdauungsdrüsen so massenhaft ergossenen Flüssigkeiten kommt
Bild von dem mächtigen Strom von Ernährungsflüssigkeit, der beständig die
Die Menge Flüssigkeit, die dem Gewebe zugeführt wird, ist abhängig von
zuströmenden Blutes. Man erinnere sich hier an die Ernährungsgesetze, in de
oder cirkulirende Eiweiss eine so hohe Rolle spielt; man versteht darunt
Blute diesen Säftestrom in den Geweben.

Zur historischen Entwickelung der Lehre von der Lymphe und Lymphaufsaugun
1622 wurden die Lymphgefässe von CASPAR ASELLI entdeckt. Man nannte s
bentia, Saugadern, da man ihnen die Aufsaugung, welche man vorher den Bl
allem den Kapillaren zugetheilt hatte, allein zuschreiben zu müssen glaubt
Beobachtungen über die Lymphe wurden schon von SÖMMERING u. A. gemac
entdeckte den Faserstoff der Lymphe. Aus dem Jahre 1799 stammen die erst
Untersuchungen von REUSS und EMMERT. Sie erkannten die Lymphküge
einer sonst gleichartigen Flüssigkeit aufgeschlemmt seien, sie bestimmten de
Lymphe zu weniger als $1/3$%, die Hauptmasse des trockenen Rückstands b
weiss, Wasser ziehe Kochsalz daraus aus. Im Jahre 1825 untersuchte LA
aus den Lymphgefässen am Halse von Pferden. Er bestimmte unter den feste
Chlorkalium und phosphorsaueren Kalk. Eingehendere, vor allem qualitativ
suchung fand die Lymphe von TIEDEMANN und GMELIN. Im Jahre 1834 wurd
Jahre 1838 in Halle eine Lymphfistel beobachtet, letztere wurde von MARCHA
zu genaueren Analysen benützt, wodurch zu den schon erkannten Stoff

aueres und milchsaueres Alkali, schwefelsauere Kalkerde und Eisenoxyd hinzugefügt
. Aus dem Jahre 1832 sind die Untersuchungen von J. MÜLLER über die Chylus- und
körperchen, an welche sich vor allem die von C. H. SCHULTZ 1836, die von BISCHOFF
schliessen. Auch die Untersuchungen von R. WAGNER und H. NASSE sind zu nennen.
nn und GMELIN haben, wie es scheint, die Fettkörnchen im Chylus und ihre
ssung der Farbe desselben zuerst erkannt.

smose. — Eine sehr vollkommene Auseinandersetzung der physikalischen Verhält-
r Absorption durch Lymphgefässe und Blutgefässe gab BERZELIUS (Thierchemie 1831).
nomen der Endosmose wurde im Jahre 1816 von PORRET entdeckt, zunächst gemischt
r Flüssigkeitsbewegung durch elektrische Ströme, die man jetzt das Porret'sche
en nennt. DUTROCHET hat das Phänomen weiter studirt, ihm die Bezeichnung En-
und Exosmose beigelegt und die Aufmerksamkeit auf seinen Einfluss bei den Pro-
der lebenden Organismen gelenkt. POISSON hat eine mathematische Erklärung
, welche die älteren Ansichten von G. MAGNUS bestätigte, dass die Attraktion zwischen
ilchen einer Salzlösung zusammengesetzt sei aus den gegenseitigen Attraktionen des
und des Salzes und aus der Attraktion zwischen ihren eigenen kleinsten Theilchen
. Diese vereinigte Attraktion ist grösser als die der Wasserpartikeln unter sich,
folgt, dass das Wasser durch die Zwischenräume einer dazwischen gelegten porösen
(Blase) um so leichter gehen muss, je weniger fremde Körper es in Auflösung erhält.
über die Blase zwei Lösungen in Wasser oder eine Auflösung in Wasser von reinem
trennt, in welchen beiden die Attraktion zwischen den beiden ungleich stark ist,
lche Flüssigkeiten ausserdem eine gegenseitige Attraktion zu einander
meinschaftlich zu den Poren der Blase haben, so folgt daraus, dass jene mit einer
starken Kraft in letztere eingezogen werden. Dadurch entstehen durch die Blase
tgegengesetzte verschiedene Ströme, von denen der der weniger koncentrirteren
eit entsprechende schneller als der der koncentrirteren entsprechende geht (BER-

Bewegung der Lymphe in den Lymphgefässen.

geht nur langsam und unter einem weit geringeren Druck als in den
sen vor sich (NOLL); zweifellos sind es die Widerstände in den Lymph-
welche die Strömungsgeschwindigkeit so sehr beeinträchtigen. Die Kräfte,
ie Lymphbewegung erzeugen, sind grossentheils dieselben, welche wir
die Bewegungskräfte des Blutes wiederfinden werden. Vor allem ist zu
ie durch die Athmungsorgane und ihre Thätigkeit entstehende Aspiration
ax, welche auf die Lymphbewegung von Einfluss sein muss, da ja die
lungsstelle der Lymphstämme in das Venensystem und der grösste Theil
us thoracicus in dem Brustraume sich befinden. Die reichliche Anwesen-
Klappen macht jeden äussern Druck, ausgeübt auf die Lymphgefässe, zu
tbewegungsursache für ihren Inhalt, da ein Rückfliessen der einmal vor-
ggepressten Lymphe durch die sich entgegensetzenden Klappen verhin-
, derselbe Grund hindert von vornherein ein Rückwärtspressen, mag der
attfinden wie und wo er will. So reichen schon die Zusammenziehungen
Lymphgefässe umlagernden Körpermuskeln hin, um die Lymphe und
ebenso wie das Venenblut) vorwärts der Einmündungsstelle in die Blutbahn
essen, man hat das experimentell erhärtet. Auch der Saugmechanismus
nge der Chylusgefässe in den Zotten wird dadurch, dass er aus den
den Inhalt in die weiteren Gefässe einpresst und den vorher dort be-

findlichen also fortschieben muss, eine Gesammtbewegungsursache. liches Centralbewegungsorgan für die Lymphe, wie es das Blut im He fehlt beim Menschen und den meisten Thieren.

Ludwig hat mit Generisch nachgewiesen, dass die Sehnen und Fascien d keln sich an der Aufnahme der Lymphe aus dem Muskelgewebe sehr wesentli Oben wurde auf die Entdeckung v. Recklinghausen's hingewiesen, dass in tendineum des Zwerchfells offene Mündungen: Stomata sich finden, welche d den Körperchen aktiv einsaugen. Analoge, nur sehr viel engere Oeffnungen in den übrigen Fascien zu liegen, es gelingt jedoch nicht Körnchen zum Eintrit Lymphgefässe dieser Organe zu veranlassen. Durch rhythmisches Anspannen der Aponeurosen saugen sie sich mit Flüssigkeiten an. Da bei der Muskelakt Wechsel zwischen Anspannen und Erschlaffen der Aponeurosen eintritt, s diese Organe wie Saugpumpen auf die Muskelgewebsflüssigkeit (Lymphe), die passiven Bewegungen der Muskeln sehr viel reichlicher als in der Ruhe in eingepumpt wird. Unter grössere Fascien z. B. F. lata eingespritzte Lösungen dauernde passive Bewegungen bis in den Ductus thoracicus gepumpt. Die rh der Peripherie gegen die Stämme fortschreitende Kontraktion der kleinen die Heller bei Meerschweinchen fand, wirkt in demselben Sinne. Brücke hat drüsen Zusammenziehungen beobachtet.

Aerztliche Bemerkungen. — Die Menge der in dem Gewebe in einem geg befindlichen Flüssigkeit (Lymphe) nimmt zu mit der gesteigerten Blutzufuhr, terung der zuführenden Blutgefässe, mit der Behinderung des Rückflusses in Lymphgefässen. Dadurch regulirt sich die Höhe der Spannung im Gewel spannung, Turgor. Die Lymphgefässe müssen nach dem Gesagten als H des Gewebsturgors aufgefasst werden. Sind diese Regulatoren in ihrem Die so entsteht Oedem, der Zustand krankhaft gesteigerter Gewebsspannung.

Zur Entwickelungsgeschichte und vergleichenden Anatomie. — Ueber die Bildu gefässe fehlt zur Zeit noch fast alles Material. Im Froschlarvenschwanze se Lymphkanäle durch Zellenverschmelzung entstehen (Kölliker). Mehrfach l logische Neubildung von Lymphgefässen beobachtet. Aus dem frühen Auftre Blutkörperchen im Blute des Embryo will man auf eine frühzeitige Entwickel elemente schliessen. Nach Remak gehen die ersten Lymphzellen aus den A Gefässanlagen hervor, ganz analog wie die ersten Blutkörperchen aus den Gefässe. Auch die Entstehung der Lymphdrüsen ist noch zu wenig erforsch auf die vorliegenden Angaben eingegangen werden könnte. Nach Engel gehe sentreibenden und vielfach sich windenden Lymphgefässen hervor. Die Ly scheinen erst um die Mitte der Fötalzeit (Kölliker).

Die Entwickelung der Lymphgefässe und ihrer Drüsen scheint überhaup terer Ausbildung des Körpers verknüpft zu sein; entsprechend ihrem späten Embryonalleben fehlt sie bei Amphioxus. Peripherisch bilden die Lymp reichliche Anastomosen eine Art von Kapillarsystem, daraus gehen allm Räume, entweder Kanäle oder unregelmässig abgegrenzte Sinuse, hervor, erst bei den höheren Abtheilungen Gefässe treten, die im Bau mit den Venen (Gegenbauer). In der Nähe der Einmündung in Venen zeigen bei manch Lymphgefässe beträchtliche Erweiterungen, deren Wand, durch einen M gezeichnet, rhythmische Kontraktionen ausführt: Lymphherzen. In einzel den Kontraktionen am Caudalsinus von Fischen beobachtet. Bei den Reptilien, dem Casuar und einigen Schwimmvögeln finden sich (2 oder 4) hintere Lym Fröschen sind sie sowohl an den hinteren als vorderen Mündungsstellen v vorderen lagern auf den Querfortsätzen des dritten Wirbels, die hinteren hi beinen. Der Herzraum ist bei Vögeln mit Muskelbalken und bindegewe

...zt. Die Fasern sind quergestreift. An allen wahren Lymphherzen besteht ein ...pparat. Nach Einigen sollen die nervösen Centralorgane der Bewegung der Lymph... ...m Rückenmark, nach Anderen in der Herzsubstanz selbst liegen.

Anhang.

...ngsbedürfniss. — Die Nahrungsaufnahme, an welche die Fortdauer des Lebens ge...st, wurde nach den Gesetzen der Natur nicht der absoluten Willkür des Individuums ...en. Die Natur verwendet zur Sicherung der Erfüllung ihrer Hauptzwecke in der ...hen Welt: der Erhaltung des Geschlechtes und der Erhaltung des Einzelwesens ...stehliche Triebe, welche instinktmässig zu den Handlungen, die dem Naturzwecke ...hen, antreiben und ihre regelrechte Ausübung lehren.

...Reihe eigenthümlicher Gefühle, die wir als Hunger und Durst kennen, veranlasst ...schen, Nahrung zu sich zu nehmen.

...rtliche Hungerempfindung ist anfänglich auf den Magen beschränkt und scheint vom ... vagus angeregt zu werden. Es sind drückende, nagende Gefühle, mit Bewegun...sammenziehen, Uebelkeit, Gasanhäufung, später mit Schmerzen verbunden.

...Grund des Hungers liegt zweifellos in gewissen Veränderungen der sensiblen Magen... und zwar durch die mangelnde Blutzufuhr zum leeren Magen bedingt. ...nt, dass, sobald die Blutmenge, welche durch die Kapillaren der Magenwand strömt, ...ne bestimmte Grösse in der Zeiteinheit herabsinkt, die dadurch gesetzte Störung der ...rnährung zum Bewusstsein kommt. Es geht daraus hervor, dass jede stärkere An... mit Blut, welche die Magengefässe ausdehnt, das Hungergefühl unterdrückt, bei ...fter Kongestion ebenso wie durch Anfüllung des Magens mit Speisen, welche die ...erven reizt und stärkeren Blutzufluss erzeugt. Alles, was die Blutmenge des Körpers ...pt vermindert, erzeugt normal auch Hunger: Muskelanstrengungen, Stoffverluste ...- Milch-, Eiterverlust), Wachsthum, Ansatz nach Krankheiten.

...h durch gewisse Eingriffe in die chemischen Vorgänge der Nerven kann das Hunger...gestillt werden. Vor allem sehen wir mit diesem Erfolge die Einführung gewisser ...cher Genuss- oder Arzeneimittel verbunden: Tabak (Nikotin), Opium, Alkohol; ...ht wirken einzelne dieser Stoffe zugleich darum hungerstillend, weil sie den Blut...m dem Magen steigern, letzteres ist wenigstens vom Alkohol, dessen Missbrauch zu ...her Kongestion der Magenschleimhaut führt, mehr als wahrscheinlich.

...Betheiligung des Nervus vagus am Hungergefühle ist durch Vivisectionen noch nicht ...h nachzuweisen gewesen. Hunde und Katzen fressen auch nach der Durchschneidung ...gus am Halse noch. Man schliesst auf ihn als Hungernerven, weil er andere Empfin... des Magens vermittelt. Bei hohem Grade von Hunger scheinen sich endlich auch ...nsiblen Nerven des Dünn- und Dickdarmes mit an dem Hungergefühl zu betheiligen. ...rmitteln letzteres allein, wenn durch Behinderung des Magenabflusses der Magen ge...t, aber Nichts in den Darm gelangen kann, wobei dann doch das Bedürfniss nach ...ufuhr von Nahrung eintritt. Letzteres kann gestillt werden, wenn in den Dünn- und ...rm Nahrung eingeführt wird (Tiedemann, Busch).

... Theil des Hungergefühls ist ein psychischer Vorgang. Es deprimirt den Geist, zur ...nten Zeit, keine Nahrung aufzunehmen. Dass wir es bei dem gewöhnlichen Hunger ...ler in vielen Fällen nur mit der unbefriedigten Gewohnheit der Nahrungszufuhr zu ...aben, ergiebt die Thatsache, dass der Hunger rasch wieder verschwindet, wenn zur ...nten Zeit keine Speisen genossen wurden. Alle intensive geistige Beschäftigung unter... wie andere Empfindungen auch den Hunger. Das Gefühl der Hinfälligkeit bei länge...nger ist zunächst weit entfernt, wahre Kraftlosigkeit zu sein.

... meinen Beobachtungen über den Hunger an mir selbst war das Befinden nach ... des ersten Hungertages noch vollkommen ungestört. Nach 44 bis 47 Stunden war ...nruhigem Schlafe etwas Schwere im Kopf, Magendrücken und ziemliches Schwäche-

gefühl vorhanden. Das Nahrungsbedürfniss zeigte sich nicht mehr. Gering getrunkenen kalten Wassers erregten Brechneigung. Erst einige Stunden nach Nahrungszufuhr (Kaffee) stellte sich normaler Appetit ein. Das Hungergefühl war 30 Stunden Hunger am lebhaftesten. Das Verschwinden des Hungers ohne Nahr zeigt, dass auch die sensiblen Magennerven schliesslich ermüden.

Bei längerem Hungern stellt sich endlich wirkliche, immer mehr zunehmende keit ein, Abmagerung, Fieber, Irrereden, die heftigsten Leidenschaften abwe tiefster Niedergeschlagenheit. Der Magen zieht sich zusammen, die Absonderung immer spärlicher: Eiter der Wunden, Milch, Speichel, Gift der Schlangen, (kr krete) werden nicht mehr abgesondert.

Die Versuche über die Lebensdauer hungernder Thiere und Mens ben, dass warmblütige Thiere am wenigsten ausdauern. Niedere Wirbelthie ausserordentlich lang: ein Proteus anguineus lebte 5 Jahre lang in erneuerten wasser. Auch Wassersalamander, Schildkröten kann man Jahre lang ohne Nah ten, Schlangen halbe Jahre (J. Müller); ein afrikanischer Skorpion lebte oh 9 Monate.

Vögel leben 5—28 Tage, Hunde 25—36 Tage ohne Speise und Trank. Gesund ertragen Hunger und Durst gewöhnlich nicht viel länger als eine Woche, sel zwei Wochen, Kranke, besonders Irre, viel länger. Durch Wasseraufnahme kann länger ertragen werden. Tiedemann führt Fälle an, in welchen Hungernde, we geniessen konnten, 50 und mehr Tage ausdauerten.

Monate oder Jahre langes Fasten ist Betrug. Manche Krankheitszustände set Nahrungsbedürfniss ungemein herab; besonders thun das gewisse Rückenmark denen vielleicht an das Kaltblütigmachen von Säugethieren durch gewisse Rü verletzungen, wie Bernard gelehrt hat, gedacht werden darf. Bei alten, sehr w Individuen ist das Nahrungsbedürfniss oft ebenfalls ungemein gering, entspr sehr verminderten Gewebsumsatz.

Sehr merkwürdig ist die Bemerkung Magendie's, dass, wenn man Thiere Zeit mit einem zum vollkommenen Ersatz unzureichenden Nahrungsstoffe gefüt dem allein sie zuletzt umkommen müssten, sie durch Herstellung ihrer gewöhn rung endlich nicht mehr gerettet werden können. Das Thier frisst zwar mit Be stirbt es etwa zur selben Zeit, bei der es bei dem theilweisen Hunger unter der rung zu Grunde gegangen wäre.

Das Durstgefühl, welches uns zur Wasseraufnahme treibt, besteht in von Trockenheit, Rauhheit und Brennen im Schlunde, dem weichen Gaumen u genwurzel. Durchtränkung und Befeuchtung dieser Partien stillt den Durst, s hervorgeht, dass die Durstnerven in jenen Schleimhautabschnitten endigen (Va pharyngeus?, Trigeminus?).

Der letzte Grund der Erregung der Durstnerven beruht zweifellos in Wasse Sie kann durch allgemeinen Wasserverlust des Blutes durch Schweiss, verstä abgabe in den Lungen oder durch den Harn nach starker Salzzufuhr zu dem B die Harnabsonderung steigert, nach starken wässerigen Darmentleerungen eintr aber durch lokale Vertrocknung der dursterregenden Schleimhautabschnitte. So der Durst wie durch örtliche Befeuchtung des Rachens auch durch direkte Ein Wasser in's Blut z. B. durch Einspritzen gestillt werden.

Es schien früher unerklärlich, warum im Hungerzustande das Bedürfniss keitsaufnahme schwindet. Abgesehen von der lokalen Einwirkung auf die M haut ist hier aber an die Thatsache zu denken, dass durch Hunger die Gewe reicher werden, wie C. Voit an Katzen, ich an Fröschen gezeigt haben.

Dem Nahrungsbegehren steht entgegen das Gefühl der Sättigung und zu Ekels, des Abscheues vor Nahrungsaufnahme verbunden mit antiperistaltisch wegungen, die zur Entleerung des Magens führen können: Erbrechen.

l der Sättigung ist sowohl ein lokales als ein allgemeines. Das lokale besteht :hten Druckgefühl von dem gefüllten Magen auf die Bauchdecken und das rvorgebracht. In allgemeiner Beziehung äussert sich die Sättigung im Gefühl ·bunden mit Heiterkeit und Bonhommie.

rsättigung ist davon als eine krankhafte Erscheinung wohl zu trennen: sie zeigt ·hrtem, empfindlichen Magendrücken und Gefühl der Völle, allgemeiner Ab-it, Müdigkeit, Unlust zu Bewegungen und geistigen Beschäftigungen, Missmuth. eren Stelle wurden schon diese Erscheinungen erwähnt und auf die Anwesen-Stoffe im Blute zurückgeführt (Milchsäure, Kalisalze etc.), welche in geringen end, in grösseren ermüdend wirken.

Gefühl der Sättigung hört das Verlangen nach Nahrungsaufnahme auf; bei ıg erregt die Erinnerung an Speisen durch Geruch etc. ein Ekelgefühl, das bis ʒung steigen kann.

:, dass dieses Gefühl des Ekels, das deutlich vom Magen ausgeht, theilweise in :izung der Magennerven durch übermässige Blutzufuhr beruht. Bei der von Tartarus stibiatus in brechenerregender Dosis, auch wenn er subkutan vurde, tritt eine bedeutende Blutkongestion gegen die Magenschleimhaut ein, chen) bis zum Bluterguss in den Magen steigen kann. Für diese Annahme dass sich das Gefühl der Sättigung, Uebersättigung, Ekel eines aus dem andern n Uebergang entwickelt, sodass alle aus derselben Ursache in verschiedener ·kend erklärt werden müssen.

n Fällen beruht das Ekelgefühl, wenigstens die Brechneigung, sicher auf re-Reizen. Kitzeln der Rachenhöhle, Schleimanhäufung an dieser Stelle, gewisse Geschmäcke etc. wirken auf diesem Wege.

nt an, dass der Genuss einiger besonderer Speisen Hunger erregen könne. :n Vorgang bisher meist missverstanden. Da das Verschwinden des Hunger-r Umständen auf einer Art von Halbparalyse der Hungernerven beruht, so kann ı diesem Falle dadurch erregt werden, dass durch anfänglich geringe, normale lie Erregbarkeit der Nerven wieder erhöht wird. Beispiele liefern meine u. A. :n bei Hunger. Jedem ist bekannt, dass stets nach den ersten Bissen der nor-nicht abnimmt, sondern steigt. So ist die Appetitsreizung durch gewisse iche und die Magenthätigkeit anregende Gerichte z. B. Austern zu verstehen.

II. Das Blut.

Zehntes Kapitel.

Das Blut und die Blutdrüsen.

Allgemeine Funktionen des Blutes.

Die Aufgaben, welche das Blut im Organismus zu erfüllen hat, si
lich zweierlei Art. Es hat zuerst den Organen die Stoffe zu liefe
diese zu ihrer Thätigkeit bedürfen, also die innere Organernährung z
Die Thätigkeit aller Organe beruht im Wesentlichen auf dem regelmäs
gang von organischen Oxydationsvorgängen. Das Blut führt, um das
zu erhalten, ihnen nicht nur das oxydirbare Material, sondern auch
renden Sauerstoff zu, der in gewissem Sinne auch als ein Nahrungssto
als der wichtigste aufgefasst werden kann. Neben diesen Ernährun
des Blutes, die sich im Allgemeinen als eine Stoffzufuhr zu den Org
zeichnen, fällt dem Blute die zweite Hauptaufgabe zu, die in den O
brauchbar gewordenen oder unverbraucht austretenden Stoffe aus di
aufzunehmen. Letztere werden theilweise anderen Organen als Na
zugeführt, soweit sie zur Theilnahme an den Organfunktionen no
sind. Ein nicht unbeträchtlicher Theil der Organzersetzungsstoffe h
giftigen Wirkungen auf die Gewebe, in denen sie entstanden, die wir s
Physiologie der Zelle im Allgemeinen kennen gelernt haben, und die
speciellen Physiologie des Muskel- und Nervengewebes noch im Ei
sprechen werden. Es gehören hierher vor allem die höchsten Oxydati
der Gewebsstoffe, wie sie den Organismus auf den Wegen der Ausschei
Lungen, Haut und Nieren theilweise auch durch den Darm verlas
Oxydationsprodukte hat das Blut aus den Geweben in sich aufzun
nachdem sie in einzelnen Fällen noch zur Erzeugung gewisser ph
Wirkungen gedient haben, den Ausscheidungsorganen zu übergeben.

Diesen wichtigen Aufgaben genügt das Blut vor allem als Flüs
durch den Mechanismus des Herzens in beständiger Bewegung erhalte
vielverzweigten Röhrensysteme der Arterien und Venen lösen sich a
rührungspunkten zu einem ungemein zarten Netze der feinsten Gefäss
für Flüssigkeiten leicht durchgängige Wandungen dem Stoffverkehr
sion zwischen Gewebsflüssigkeit und Blut kein Hinderniss entgegens
durch dass das Blut sich beständig durch Neuaufnahme von Stoff

ohl als aus den Geweben in seiner Koncentration und Zusammensetzung
; dadurch dass es gewisse Stoffreihen beständig wieder aus sich ent-
halt es fortwährend die Fähigkeit, den osmotischen Verkehr mit den
ssigkeiten zu unterhalten. Es wird somit das kreisende Blut auch zur
gsursache für den mächtigen intermediären Säftestrom von Zelle zu
den Organismus in breitem Bette unablässig durchströmt. Die bestän-
nderung des Blutes durch Stoffaufnahme und Abgabe macht während
ns eine endliche Ausgleichung der Zusammensetzung in den beiden,
ander diffundirenden Flüssigkeiten unmöglich, sodass also niemals ein
nd erfolgen kann. In dem hohen Eiweissgehalt des Blutes haben wir,
dosmotische Aequivalent des Eiweisses fast $=\infty$ ist, eine Hauptbewe-
che für das in den Darm als Nahrungsstoff aufgenommene oder von den
gsdrüsen in denselben mit ihren Sekreten ergossene Wasser in das Blut
llgemeine Säftemasse. Trotz ihres zweckmässigen Baues versagen die
hne das Blut den Dienst sehr bald vollkommen. Es rechtfertigt diese
ng die hohe Meinung der Alten von dem Blute, das man als das eigent-
ensprincip ansah, ja das von Philosophen des griechischen Alterthums
n Arist. de anim. L. I, c. 2) sogar geradezu als Seele bezeichnet wird.
wir uns zu seiner näheren Betrachtung.

Physikalische Analyse des Blutes.

nge das Blut in den Blutgefässen sich bewegt, besteht es aus einer
oder schwach hellgelblich gefärbten, etwas klebrigen Flüssigkeit: dem
sma — Plasma sanguinis — von alkalischer Reaktion, die durch Ab-
Gerinnen) und Muskelaktion abnimmt (Pflüger, Zuntz, J. Ranke), sali-
schmack und eigenthümlichem Geruche und aus einer sehr bedeuten-
hl in dieser Flüssigkeit schwimmender zelliger Elemente, welche zum
Theile roth gefärbt, zum kleineren farblos sind. Beide werden als
perchen, Blutzellen — Corpuscula sanguinis — bezeichnet und
und weisse Blutkörperchen oder Zellen unterschieden. Sobald das Blut
r dem Einfluss der lebenden Gefässwand unterliegt, scheidet sich
off, Fibrin, aus dem Plasma aus und bildet das vorhin flüssige Blut
festweichen Masse: Cruor um, welcher alle Blutkörperchen in sich ein-
Nach kurzer Zeit beginnt dieser sich zu kontrahiren und presst eine
bliche Flüssigkeit Blutserum aus sich heraus, welches als Plasma
serstoff zu betrachten ist. Die in dem Faserstoffgerinnsel, das sich zu-
zogen hat = Blutkuchen (Placenta sanguinis) eingeschlossenen rothen
rchen geben diesem seine gesättigt rothe Farbe. Bei manchen Thieren,
Pferde immer, aber auch hie und da bei dem Menschen besonders
gewisser entzündlicher Allgemeinkrankheiten tritt die Blutgerinnung
entan ein. Die rothen Blutkörperchen, welche etwas specifisch schwerer
das Plasma, das im Durchschnitt ein specifisches Gewicht von 1,027
as spec. Gew. des Gesammtblutes beträgt im Mittel etwa 1,055; nach
st das specifische Gewicht der rothen Körperchen = 1,105), erhalten Zeit
nken, sodass vor der Gerinnung eine blutkörperchenfreie obere Schicht

auf dem Blute sich bildet, welche nur aus Plasma besteht. Gerinn Blut, so sitzt dem sonst rothen Blutkuchen eine farblose oder weissgel von grösserer oder geringerer Dicke auf, welche nur aus Faserstoff, zellen und eingeschlossenem Serum besteht, man hat sie, da sie in den Entzündungskrankheiten zu stehen schien, als Crusta phlogis net. Die Gerinnung des Faserstoffes geschieht in faserigen, netzför welche, wenn der Gerinnungsvorgang ganz ruhig verlief, anfängl Flüssigkeitsmenge in eine mehr oder wenige steife Gallerte verwan die absolute Faserstoffmenge im Blute stets nur eine sehr geringe i Blut während des Gerinnens mit einem Stäbchen geschlagen, so sch Faserstoff an dem Stabe in zähen Fasern ab, die durch Auswasch vollkommen weiss erhalten werden können. Die Blutkörperchen Flüssigkeit: defibrinirtes Blut.

Die rothe Farbe des Blutes rührt allein von den rothen B chen her.

Sie sind beim Menschen mikroskopisch kleine rundliche Gebil Scheibchen (Fig. 92.). Sie haben di Zellen, besitzen aber keinen Zellenk sind sie in so grosser Zahl vorhande dem Mikroskop das ganze Blut aus stehen scheint. Vierordt's Verdiens die Blutkörperchen in einer bestimmt gezählt zu haben. Er fand in 1 Cu über 5000000 rothe Blutkörperchen. diese für Männer geltende Durchsc Mittel etwa um 500000 Körperchen also nur etwa 4500000 betragen. Rechnet man für den Erwachsene so erhalten diese etwa 250000 Millionen B. k. Nach Welcker k 300—350 rothe im normalen Blute ein weisses Blutkörperchen, nur blute findet sich eine viel bedeutendere Anzahl weisser Körperchen, d weisses schon etwa auf je 70 rothe. Das Volum eines rothen Blutkö rechnet Welcker zu 0,000000072217 Cub. Mm.; seine Oberfläche □ Mm. Die Gesammtoberfläche der Blutkörperchen eines Mensc sich darnach bei 4400 Cc. Blut auf 2816 □ Meter. Das Gewicht d chens berechnet sich auf 0,00008 Milligramm.

Fig. 92.



Blutzellen des Menschen; *a a* von oben, *b* halb, *c c* ganz von der Seite gesehen; *d* ein Lymphkörperchen.

Die Form der rothen Blutkörperchen ist scheibenförmig. Die Ränder sind abgerundet, die beiden Flächen concav eingedrückt, sodass ihr Au biconcaven optischen Linsengläsern, deren Ränder abgerundet, entsprich Depression stellt sich je nach der Einstellung des Mikroskopes bei der Körperchen von der Fläche verschieden dar, entweder als ein heller oder e lerer Fleck; im letzteren Falle könnte man leicht auf den Gedanken komm trachteten Gebilde kernhaltig seien. Von der schmalen Kante gesehen ersch Blutkörperchen als kleine in der Mitte verschmälerte leicht biscuitförmige S sie sich im gerinnenden Blute senken, so legen sie sich »geldrollenähnlich Seite an einander. Wasserzusatz macht sie kugelig aufquellen, und endlic Verdunstung des Blutes oder durch Salzzusatz schrumpfen sie zackig ein (Fig Mikroskope erscheint ihre Farbe gelbroth, erst wenn sie in grösserer A sind, entsteht die tiefgesättigte Farbe des Blutrothes. Sie machen das Blut

undurchsichtig. Ob sie eine Hüllenmembran besitzen, ist noch zweifelhaft. Köl-
umt sie an und lehrt, dass sie aus einer dem Blutfibrin ähnlichen Eiweissmodi-
estehe. Sie umschliesst nach ihm den rothen Inhalt. Nach Rollett sind die Blut-
en aus einem festeren Stroma und dem eingelagerten rothen Farbstoff zusammen-
Letztere kann durch Wasser, durch Entladungs- und Inductionsströme zum Aus-
s dem Stroma gebracht werden. Er färbt dann das Serum, und das Blutkörperchen-
eibt ungefärbt zurück. Das dann rothgefärbte Serum ist durchsichtig: lackfarben
und dabei dunkler. Die Blutscheibchen wirken, so lange sie noch biconcav sind,
Hohlspiegel, die das Licht reflektiren. Fällt diese Reflexion weg, so wird die Blut-
kler, das Blut durchsichtig. Durch Salzzusatz contrahiren sich die Blutkörperchen,
eflexion wird stärker, die Blutfarbe heller (cf. unten venöses Blut). Entgasung des
handeln mit gallensaueren Salzen, Aether, kleinen Mengen Alkohol, Chloroform,
ohlenstoff wirken wie Wasserzusatz. Dasselbe thut Gefrierenlassen des Blutes.
mmtkörperchen und das Stroma für
zen eine auffallende Elasticität, die
aubt bedeutende Formveränderungen
n und diese wieder auszugleichen. Bei
chtung des Blutkreislaufes unter dem
pe, sieht man sie sich mit Leichtigkeit
pillaren hindurch zwängen, deren Lich-
geringer ist als der Durchmesser der
rchen. H. Welcker fand den Breite-
sser der rothen menschlichen Blut-
enbei Männern im Mittel zu 0,0077 Mm.,
zu 0,0019 Mm. Blut von weiblichen
gab etwas niedrigere Werthe. Die
hwankungen sind sehr bedeutend, das
beträgt: 0,0086, das Minimum 0,0064
weniger. Alle zwischen den beiden
en liegenden Grössen finden sich in
Blute ziemlich gleichmässig vertre-
dem ebengenannten Durchzwängen
Körperchen vorübergehend elliptisch,
förmig. An vorspringenden Gewebs-
scharfen Theilungsstellen zweier Capillargefässe — kann man sie hängen bleiben
m Blutstrom nach beiden Richtungen hingezogen und gedehnt, sodass sie die Ge-
s doppelten Zwerchsackes erhalten, indem ihr Mittelstück fast fadenförmig aus-
wird, während die beiden Enden keulenförmig anschwellen.

Fig. 93.



Menschliche Blutzellen; *a* unter Wassereinwirkung; *b* in verdunstetem Blute; *c* aufgetrocknet; *d* in geronnenem Blute; *e* rollenartig an einander gelagert.

rösse der Blutkörperchen hängt von dem procentischen Wassergehalt des Blutes
asserreicher das Blut ist, eine desto grössere Menge von Wasser wird sich auch in
ellen imbibiren und diese bis zu einem gewissen Grade kugelig aufschwellen machen.
rt werden die Blutzellen kleiner durch grössere Blutkoncentration. Es wird also
täglichen Veränderung der Blutmischung durch Nahrungsaufnahme die Gestalt der
en wechseln müssen. Harting fand die Blutzellen nach einer reichlichen Mahlzeit
iner. Auch nach andauernden Muskelkrämpfen, in Folge dessen das Blut koncen-
ird, sah ich die Blutkörperchen im Froschblute an Grösse im Durchschnitt etwas
n.

ische Bemerkung. — Swammerdam entdeckte im Froschblute 1685 die rothen Blutkör-
Malpighi 1661 beim Igel, Leeuwenhoek beim Menschen 1673.

er den farbigen findet das Mikroskop im Blute noch die schon namhaft
n weissen Blutzellen. Sie stimmen mit den Lymphzellen oder

Lymphkörperchen vollkommen überein. Es sind wie jene runde,
ihre Grösse beträgt im Mittel 0,0025—0,0055‴. Sie sehen feink
unregelmässig körniger Oberfläche; der Kern scheint nur undeutli
und da finden sich an ihnen zwei oder selbst mehr Kerne, sodass
Eiterkörperchen aussehen (Fig. 94.).
säure werden die Kerne deutlich, in
körnige Zellinhalt aufhellt. Neben sol
körnigen Zellen, kommen auch etwas gr
durchsichtigem Inhalte vor, meist mit
nen. — Die farblosen Zellen sind spe
als die farbigen. Während sich letzte
gerinnenden Blute senken, schwimmen
und werden in grosser Anzahl in die
eingeschlossen. Unter gewissen krankh
den finden sich diese Körperchen seh
Blute vor. In der Leukämie können
rothe Körperchen schon 1 weisses finde
bei Körpertemperatur lebhafte Beweg
sie Fortsätze aussenden und einziehen. (Ueber Zwischenstufen zw
und weissen Zellen cf. unten.) Ausserdem finden sich noch klein
färbte Körnchen im frischen Blute, oft stark glänzend an Pilzspo
ZIMMERMANN's Elementarkörperchen hält HENSEN wohl mit Recht aus
Artefakte. Bei säugenden Thieren soll das Blut vorübergehend
enthalten.

Fig. 94.



Zellen der Lymphe; bei 1—4 unverändert; bei 5 erscheint Kern und Schale; dasselbe bei 6, 7 und 8; bei 9 beginnt der Kern sich zu spalten, ebenso bei 10 und 11; bei 12 ist er in 6 Stücke zerfallen; bei 13 freie Kernmassen.

Zur vergleichenden Anatomie und Physiologie. — Die rothen Blutzell
Säugethiere ähneln denen des Menschen, nur in der Grösse zeigen si
renzen. Die Blutzellen der Elephanten sind die grössten mit einem Durchme
bei vielen anderen Säugern sind sie kleiner als beim Menschen z. B. Pferd
rothen Blutkörperchen des Lamas, Alpakas und Kameels sind dagegen
ben von 0,0036‴. Bei den folgenden Wirbelthierklassen wird die ovale Fo
herrschende. Nur bei ganz niederen Fischen, den Cyclostomen findet sic
Form wieder, das Blut des Amphioxus lanceolatus ist nicht mehr roth un
der wirbellosen Thiere. Bei den Vögeln besitzt das ovale Körperchen ein
messer von 0,008—0,0066‴, der Querdurchmesser beträgt nur etwa die Hä
länger als bei den Vögeln sind die ovalen Körperchen der beschuppten
nackten Amphibien und quermäuligen Fischen (Rochen und Haien), sind s
Fröschen sind sie im Mittel 0,01‴ lang. Bei Froschlurchen steigert sich
messer, sodass man sie als feinste Pünktchen mit freiem Auge erkennen ka
teus anguineus 0,0257‴. (Fig. 95.)

Unter den Wirbellosen besitzen viele Ringelwürmer (Lumbricus terrestris
bei den übrigen hat das Blut eine verschiedene Färbung: gelblich, grün,
oder es ist vollkommen farblos. Der Farbstoff inhärirt hier dem Plasma, nic
ungefärbten Körperchen, die oft an die Lymphzellen der Wirbelthiere erinn
facher Gestalt. Der rothe Farbstoff mancher Blutsorten der Wirbellosen
globin analog sein (ROLLETT).

Die Menge der Blutkörperchen im Blute verschiedener Thiere
gezählt worden. 1 Kubikmillimeter Menschenblut hält nahezu 5 Millionen
chen und 14000 farblose. Das Blut vom Kaninchen von 2700000 bis fast
Hund von 4 Millionen bis $5^1/_2$ Millionen. Die Zahlen schwanken in sehr w

Thieren derselben Art. Das Murmelthier hat im Anfang des Winterschlafs 5800000, nur noch 2300000, was ein bedeutsames Licht auf das Blutleben wirft.

echnik der Blutanalyse. — Blutkörperchenzählung nach VIERORDT. Zuerst wird messenes Blutvolum durch Zusatz eines grossen Volums einer Zuckerlösung mit ochsalz gleichmässig ver- Dann lässt man in eine feine röhre, die zur bequemeren bung in ein weiteres Glasröhr- rch einen Kork befestigt ist, nzige Menge der Mischung n, deren Länge im Kapillar- n unter dem Mikroskop be- Die Weite des Lumens der röhre hat man ebenfalls ge- mmt. Daraus kennt man m der Mischung und aus der n (gemessenen) Verdünnung 00) das Volum des reinen s in der Kapillare enthalten Inhalt der Kapillare wird ein Glasblättchen (Object- leert, mittelst einer Nadel- it einem Minimum Gummi- rmischt und zu einem läng- eifen ausgezogen, welche rstarrt und die Blutkörper- ie eine Sternkarte enthält. rat wird mit einem in viele getheilten Glasmikrometer bedeckt und dann die Blutkörperchen der einzelnen der Reihe nach gezählt. Die Zählungsfehler ist nur etwa 3% bei verschiedenen Natürlich kann man in derselben Weise auch die mikroskopischen Elemente anderer der Lymphe zählen (NASSE).

Fig. 95.



Farbige Blutzellen; 1. vom Menschen, 2. vom Kameel, 3. der Taube, 4. des Proteus, 5. des Wassersalamanders, 6. des Frosches, 7. von Cobitis, 8. des Ammocoetes. Bei *a* Ansichten von der Fläche; bei *b* die seitlichen (meistens nach *Wagner*).

Chemische Blutbestandtheile.

chemische Analyse weist in den rothen Blutkörperchen einen rothen irbaren Farbstoff nach: das Haematokrystallin, Haematoglo- der Haemoglobin, welches durch gewisse chemische Einwirkungen einen Eiweisskörper, und einen eisenhaltigen Farbstoff, Haematin, werden kann (S. 62). Zersetzt sich Blut im Organismus spontan, sich ein anderer Farbstoff: Haematoidin (Bilirubin?). Innerhalb nden Blutkörperchen ist das Haemoglobin nicht krystallisirt. Um allisation einzuleiten, genügt das Auswaschen des Farbstoffes durch us den Blutkörperchen; dasselbe bewirken alle Einflüsse, welche den stoff lösen: Gefrieren und Wiederaufthauen des Blutes, Durchleiten er Schläge, Behandeln mit gereinigter Galle, mit Aether. Auch schon kommenem Entfernen der Blutgase kann Krystallisation des Farbstoffs . Tödtet man kleine Thiere: Mäuse, Ratten etc. mittelst Aetherdämpfe, llisirt ihr Blut sehr leicht (Fig. 96.). Die Gestalt der Krystalle ist ver- ; sie stellen sich als rothe Säulen, Nadeln oder Tafeln dar, alle aus dem

rhombischen Systeme. Nur aus dem Eichhörnchenblut entsteh
Tafeln. Aus dem Fischblut scheinen die Krystalle ungefärbt. Alle
Wasser sehr leicht auf. Ihre Färbung zeigt sich dichroitisch, indem
fallenden Lichte roth, im durchfallenden grün erscheint; die Anw
Sauerstoff hebt diesen Dichroismus auf, sodass er dem arteriellen Bl
Blut zeigt im verdünnten Zustand oder dünnen Schichten die opti
schaften des Haemoglobins, die unten bei den Blutgasen bespro

Neben diesem Blutfarbestoff finden sich in den rothen Blutkörp
Wasser und gewissen Gasen noch geringe Mengen in Aether löslicher
die man früher nur für Fette hielt. Sie bestehen ausser aus wahre
Seifen, Cholesterin, Protagon und dessen Zersetzungsprodukten: L
cerinphosphorsäure etc. L. Herman vermuthet, dass das Blutkörp
aus Protagon bestehe, mit dem es in seinem Verhalten gewisse U
mungen zeigt. Sehr wicht
die Blutkörperchen sich in i
bestandtheilen ziemlich g
die Muskeln verhalten. A
herrschen im Gegensatz zu
keit die Kali- und Phospho
dungen vor. Eisen und M
sich als Bestandtheil des H
lins ebenfalls in der Asch
Blutkörperchen und fehlen
Blute. Die chemischen Best
weissen Blutkörperch
muthlich, mit Ausnahme de
die der rothen.

Fig. 96.



Blutkrystalle des Menschen und der Säugethiere. *a* Blutkrystalle aus dem Venenblut des Menschen; *b* aus der Milzvene; *c* Krystalle aus dem Herzblut der Katze; *d* aus der Halsvene des Meerschweinchens; *e* vom Hamster und *f* aus der Jugularis des Eichhörnchens.

Unter den Bestandtheil
plasmas spielen die als
ausscheidenden Substanzen
rolle. Man hatte früher
dass das Fibrin im kreise
eine fibrinogene Subst
den sei. Man glaubte, dass
gene Substanz sich unter g
ständen, die eintreten z. B.
das Blut der lebenden Gefä
Herzen oder der Ader entzo
tan in Fibrin umwandle un
scheide. A. Schmidt lehr
Ausscheidung nur unter
kung (chemischer Verbi
zweiten chemischen Substanz: der fibrinoplastischen Subst
Blutplasma sowie wahrscheinlich in den rothen und weissen Bl
aber wohl auch noch in anderen Gewebsflüssigkeiten enthalten is
Manche pathologische wässerige Ausschwitzungen in die Gewebe en
nogene Substanz, ein Zusatz von einer minimalen Menge Blu

scheidung von Fibrin hervor, die ohne diesen Zusatz nicht eingetreten s Fibrin scheidet sich offenbar wenigstens zum Theil aus dem Plasma h das Plasma, das man durch rasches Senken der Blutkörperchen für Blutkörperchen z. B. aus Pferdeblut erhalten kann, gerinnt. Aus Froschen grosse Blutkörperchen nach Verdünnung mit Zuckerwasser abfiltrirt können, kann man (J. MÜLLER) ebenfalls gerinnendes Plasma erhalten. int die Auflösung der Blutkörperchen immerhin mit zur Gerinnung bei- Nach Einspritzen von Galle in das Blut lebender Thiere tritt nach meinen nten rasch Blutgerinnung im lebenden Thiere ein. Ebenso nach Einspritzen enem und wieder aufgethautem Blute (NAUNYN). Beide Einflüsse zerstören, ben sahen, die rothen Blutkörperchen. A. HEYNSIUS lehrt, dass das Fibrin en Theil aus den Blutkörperchen stammt, bei Pferdeblut bis zu 90%. er noch immer räthselhaft, warum die Fibrinausscheidung im lebenden, Blute nicht stattfindet, während sie auch in den lebenden Adern so- t, wenn das in diesen enthaltene Blut durch Unterbindung des Gefässes r durch Reibung an Wandrauhigkeiten nur Verzögerung in seiner Be- fährt. Wir haben es hier mit einem räthselhaften Einfluss der lebenden and zu thun (BRÜCKE), der bisher jedoch einer genaueren Analyse ge- Froschblut mit einem lebenden pulsirenden Herzen über Quecksilber gerinnt nicht. Bei dem Absterben der Gefässwand und bei der Blut- durch Aderlass tritt das Blut ganz, bei der Stockung der Bewegung der lebenden Gefässe wenigstens der centrale Inhalt der Gefässe aus influssung der Gefässwand heraus. Verzögert wird die Fibrinaus- durch gewisse Zusätze zum Blut: wie Kohlensäure und andere Säuren, Alkalien, alkalische Salze. Der Zutritt der Luft beschleunigt ung, ebenso eine Erwärmung bis auf 55° und Schlagen oder Quirlen. Fibrin, das sich aus dem Blute ausscheidet, beträgt im Durchschnitt nur %. Das Blut besitzt mehr fibrinoplastische Substanz als zur Ausschei- in ihm enthaltenen fibrinogenen Substanz nöthig ist. Es ist auch noch heidung seines Faserstoffes fähig in anderen nur fibrinogene Substanz en Flüssigkeiten z. B. Transsudaten die Fibrinausscheidung zu veran- i Chylus und Lymphe, deren Gerinnung an sich langsam erfolgt, wird ch Blutzusatz beschleunigt. Aus dem verdünnten Blute lassen sich ch Kohlensäure ausscheiden, zuerst wird dadurch die fibrinoplastische gefällt. Durch Hitze und Alkohol können sie nicht gefällt werden, wo- sich vom Globulin unterscheiden, weshalb sie KÜHNE als Paraglobulin be- Das Haemoglobin besitzt keine fibrinoplastischen Eigenschaften (KÜHNE). lutserum (das Blutplasma ohne Fibrin) besteht dem grössten Theile %) nach aus Wasser. Die Hauptmasse an festen Stoffen macht das min, das Bluteiweiss, aus. Ausserdem findet sich auch etwas Natron- Serumcasein durch Säuren fällbar. Die Eiweissmenge beträgt etwa Asche des Blutserum enthält vorzüglich Natronsalze, im Gegensatz zu lzen der Blutkörperchen, verbunden mit Chlor und Kohlensäure.

was man sonst als Extraktivstoffe des Blutes zusammenzufassen t sich durch genauere Analysen grossentheils schon jetzt als ein Gemisch erschiedenen Stoffen herausgestellt, die wir uns nach der Bekanntschaft uellen der Blutstoffe leicht selbst zusammenstellen können.

Der Chylus führt dem Blute vor allem Fette und Seifen zu, di
näher untersucht sind. Auch hier findet sich Cholestearin und Lecit
sammtfettmenge im Blute ist gering, etwa 0,1—0,2 %. Ausser de
sich auch Traubenzucker, der zum Theile aus der Nahrung st
weise aber auch aus Gewebsflüssigkeiten aufgenommen wird: au
den Muskeln. Ausserdem kommen noch die übrigen Zersetzungs
Eiweissstoffe der Gewebe vor. Nachgewiesen sind: Harnstoff
Hippursäure, Sarkin, zuweilen Harnsäure (bei Gicht).

Ueber das Verhalten der Gase im Blut werden wir erst etwa
zu sprechen haben; es finden sich: Sauerstoff, Stickstoff u
säure.

Es gelang bisher nur unvollkommen, Blutkörperchen und Plasma
ten Analyse zu unterwerfen, da beide Blutsbestandtheile mechanisch z. B.
im Menschen- und Säugethierblut nicht zu trennen sind. Es kann hier
Senkungsbestreben der Blutkörperchen benutzt werden (Hoppe), das aber
führt, dass eine so grosse Blutschicht von Blutkörperchen frei wird, um gen
für eine Plasmaanalyse zu liefern. Es ist klar, dass man durch eine Analys
blutes = Blutkörperchen + Plasma und eine weitere Analyse des Plasma
allein die nothwendigen Anhaltspunkte haben würde, um den Gehalt an
und ihre chemische Zusammensetzung zu berechnen. Die Gesammtmeng
Blute kann aus der Gesammtfibrinmenge bestimmt werden, da das Fibrin nu
kommt. Hat man also in einer Portion reinem Plasma das Fibrin bestim
aus der Fibrinmenge des Gesammtblutes leicht die Gesammtmenge des Plas

Hoppe machte nach dieser Methode Analysen des Pferdeblutes, das sich
Senkungsbestreben seiner rothen Blutkörperchen auszeichnet.

In 1000 Theilen Gesammtblut waren:		
	Plasma	673,8
	Blutkörperchen	326,2
In 1000 Theilen Blutkörperchen:		
	Wasser	565,0
	feste Stoffe	435,0
In 1000 Theilen Plasma:		
	Wasser	908,4
	feste Stoffe	91,6
	Faserstoff	10,1
	Albumin	77,6
	Fette	1,2
	Extraktivstoffe	4,0
	lösliche Salze	6,4
	unlösliche Salze	1,7.

C. Schmidt hat nach einer anderen Methode die Blutkörperchen und
gesonderten Analyse unterworfen. Als Beispiel diene seine Analyse des Blutes
Mannes. Wenn wir hier auch keine absolut richtigen Zahlen vor uns ha
direkten Ergebnisse der Analyse doch immer als Annäherungen an die Wahrh
deutenderem Werth, als wir bisher noch keine anderen Beobachtungen
grösserer Genauigkeit für sie substituiren können. Diesen Analysen verdank
die wichtige Kenntniss der verschiedenartigen Vertheilung der anorganisch
körperchen und Plasma, aus welcher der rege Diffusions-Wechselverkehr
Hauptblutbestandtheilen hervorgeht, auf dem ihre gegenseitige, lebendige
Hauptsache nach beruhen muss.

ıeilen **Blut** sind enthalten:

Blutzellen	513
Plasma	487

ıeilen **Blutzellen**:

Wasser	681,63
feste Stoffe	318,37
Haematin	15,02
Globulin (Gesammteiweiss)	296,07
anorganische Salze	7,28
Chlorkalium	3,679
schwefelsaures Kali	0,132
phosphorsaures Kali	2,343
phosphorsaures Natron	0,633
Natron	0,341
phosphorsaurer Kalk	0,094
phosphorsaure Bittererde	0,060
Eisen	unbestimmt.

ıeilen **Blutplasma**:

Wasser	901,51
feste Stoffe	98,49
Fibrin	8,06
Albumin u. Extractivstoffe	81,92
anorganische Salze	8,51
Chlorkalium	0,359
Chlornatrium	5,546
schwefelsaures Kali	0,281
phosphorsaures Natron	0,271
Natron	1,532
phosphorsaurer Kalk	0,298
phosphorsaure Bittererde	0,218

oben gegebenen Auseinandersetzungen ist das Resultat der Analyse verständ- :htig der Gehalt des Plasma an phosphorsaurer Kalk- und Bittererde für die r Knochen sein müsse, leuchtet ein.

:henden Physiologie des Blutes. — Nasse und Andere haben über die Zusammen- lutes verschiedener Thiere zahlreiche Untersuchungen angestellt, die jetzt bei ı Ernährungsweisen wiederholt werden müssen.

es Menschen und Omnivoren soll am meisten Blutkörperchen und daher Eisen und lösliche Phosphate enthalten, ebenso am meisten feste Stoffe und :nge des freien (schwachgebundenen) Alkalis im Blut soll eine mittlere Stellung Menge in dem Blut der Herbivoren und Carnivoren, die am wenigsten davon alten. Das Blut der Carnivoren enthält vielleicht etwas weniger (?) Blut- f. S. 350) und weniger Fibrin und mehr Fett. Das Blut der Herbivoren ist am utkörperchen unter allen Säugethieren. Das Blut der Vögel enthält ebenso rchen wie das des Menschen, es ist reicher an Fibrin und Fett und ärmer an ; Blut der kaltblütigen Wirbelthiere enthält mehr Wasser und weniger n als das Blut aller anderen Wirbelthiere. Für das Blut mancher Wirbellosen upfer neben dem Eisen eine hervorragende Rolle zu spielen. Das Blut des wird beim Stehen an der Luft himmelblau, Ammoniak hebt die Farbe auf, soll sie zurückbringen, es gibt bei 6,12 % Asche 0,038 Kupferoxyd, es enthält

daneben aber auch Eisen, (GENTH, v. GORUP-BESANEZ). Auch die Blutasch poden fanden HARLESS und BIBRA kupferhaltig, ebenso GENTH die von Lim der sich aber auch Eisen findet. Das Blut von Helix pomatia soll durch Zu stoff blau, durch Kohlensäure farblos werden, während das Blut einiger Ceph und Eledone) durch Sauerstoff nicht, dagegen durch Kohlensäure blau gef Auch im Blute von Sepien und Octopus konnten H. MÜLLER und SCHLOSSBERG weisen. In dem Blute folgender niederen Thiere ist bisher Kupfer nachgewies garis, C. pagurus, Eledone, Acanthias, Sepion und Octopus, Helix pomatia, Limulus Cyclops (v. GORUP-BESANEZ). Die Meinung, dass das Eisen des Bl Thiere bei den Wirbellosen physiologisch durch Kupfer ersetzt sei, wird BESANEZ dadurch unwahrscheinlich, dass neben dem Kupfer das Eisen in Thiere nie fehlt und zuweilen sogar in überwiegender Menge vorhanden ist.

Gase des Blutes.

Im Gesammtblute sind Sauerstoff, Stickstoff und Kohlensäure dem Wechselverkehr der Gase der Atmosphäre mit den Blutgasen Oxydationsprocess der Organe sich bilden — vor allem Kohlensäu die Lebensmöglichkeit des animalen Organismus.

Die Aufnahme des Sauerstoffs in das Blut ist zum grösst abhängig von den physikalischen Gesetzen der Gasdiffusion und er Einwirkung einer Anziehung der Blutkörperchen und zwar ihres haltes, des Haemoglobins, gegen dieses wichtigste Lebensbedürfn serum besitzt keine stärkere Anziehung zu Sauerstoff als einer F seinem Salzgehalte nach den allgemeinen Gesetzen der Gasdiffus (L. MAYER). Der Farbstoff der rothen Blutkörperchen bindet ch Sauerstoff an sich, ohne sich mit ihm zu zersetzen, und besitzt di wieder an andere Gewebe zur Oxydation abzugeben. KÜHNE beob diese Sauerstoffabgabe an Flimmerzellen (S. 109). Man hat die Blutk Schwämmchen verglichen, die den Sauerstoff in sich einsaugen. D ist so lose, dass der aufgenommene Sauerstoff von dem Blute f durch dieselben Mittel getrennt werden kann, welche die Chemie ganz indifferente Gase aus Flüssigkeiten auszutreiben. MAGNUS, CL. BERNARD, dann SETSCHENOW, SCZELKOW, SCHÖFFER, PREYER u. a WIG'schen Laboratorium, in der neuesten Zeit PFLÜGER sind es, allem die Kenntniss des Gasgehaltes des Blutes verdanken. Sie ha die sie untersuchten, aus dem Blute durch Auskochen, durch Ein Gase, oder am besten durch Hereinbringen des Blutes in den lu (TORICELLI'sche Leere) gesammelt.

Die Entdeckung LOTHAR MEYER's, dass der Sauerstoff des Blutes durch Z säure zum Blute so fest gebunden wird, dass er nun durch die eben gen nicht mehr ausgetrieben werden kann, verspricht für die Erkenntniss de Sauerstoffes im Blute von grosser Bedeutung zu werden, da sich die bei der Gewebe und des Blutes sich bildende Säure beständig dem Blute beimis eine bestimmte Sauerstoffmenge bindet.

Man hat lange daran festgehalten, dass ihr Eisengehalt es sei, welcher de die Fähigkeit, Sauerstoff anzuziehen, ertheile. Soviel steht fest, dass n körpern der Blutkörperchen die besprochene Eigenschaft zukommt. Auch n des Haematokrystallins in Haematin und den globulinähnlichen Eiweissk

noch Anziehungskraft auf Sauerstoff. Nach FERNET soll auch das Serum etwas ff unabhängig vom Druck aufnehmen, ein Resultat, welches dadurch zweifelhaft ss man Serum nie ganz haemoglobinfrei erhalten kann.

heint nach den neuen Beobachtungen kaum einem Zweifel mehr zu unterliegen, dass rstoff im Blute in die active Form, in Ozon übergeführt wird, wodurch er erst die erlangt, bei der normalen Körpertemperatur die zum Leben nöthigen Oxydations- einzuleiten. Es wirken auch hier wieder die rothen Blutkörperchen, nicht das A. SCHMIDT gelang es, die Ozonreaktion von normalem Blute zu erhalten, nachdem schon bekannt war, dass die Blutkörperchen das Ozon aus ozonhaltigen Flüssig- sich aufnehmen und auf andere durch Ozon leicht oxydirbare Stoffe übertragen. leicht oxydirbare Stoffe verwendete SCHÖNBEIN, der Entdecker des Ozons, vor ajaktinktur, die sich durch Ozon lebhaft bläut, und Iodkaliumkleister, aus dem das Iod frei macht und dadurch zur Bildung der bekannten tiefblauen Iodstärke Ver- gibt. SCHÖNBEIN hat auch gezeigt, dass das Blut aus Antozon, einer anderen Modi- s Sauerstoffes, die mit dem Ozon im gewöhnlichen »neutralen Sauerstoff« verbunden jeder Ozonbilduug stets mit entsteht, auch Ozon zu bilden vermag.

bsolute Sauerstoffgehalt des Blutes ist im venösen und arteriellen Blute n, aber natürlich auch in keiner dieser Blutarten jemals constant, da ge der Blutkörperchen je nach den Lebens- und Ernährungszuständen n Schwankungen unterworfen ist und dem venösen Blute bei lang- Laufe oder während der Thätigkeit der Organe, die es durchströmt, rstoff entzogen werden muss. Bei raschem Durchströmen des venösen ält es unter Umständen fast ganz die hellrothe Färbung des arteriellen d damit auch einen grösseren Theil seines Sauerstoffgehaltes bei.

HENOW fand im Menschenblute 16,41 Volumprocente Sauerstoff, in dem der Carotis eines Hundes 15,05 V. pCt. Im venösen Blute ruhender wo der Sauerstoffgehalt sehr schwankend ist, fand SCZELKOW etwa

HENOW hat auch die Blutgase erstickter Thiere untersucht und fand Sauerstoff fast oder wirklich vollkommen verschwunden, sodass sich Spuren oder keiner mehr durch Kochen und Auspumpen im luftleeren streiben liess.

Stickstoff ist im Blute absorbirt enthalten. Er beträgt etwa 1—2 V. s und LOTHAR MEYER fanden ihn hie und da in grösserer Menge vor, n einem wie es scheint extremen Falle bis zu 5 V. pCt. Nach FERNET HENOW ist vielleicht ein kleiner Theil chemisch an die Blutkörperchen

beobachteten Sauerstoffverminderung im venösen Blute entspricht eine ung des Kohlensäuregehaltes desselben. SETSCHENOW fand im rteriellen Blute 30 V. pCt. Kohlensäure, SCZELKOW im Blute ruhender 5 V. pCt.

grösste Theil der Kohlensäure ist im Blute einfach absorbirt und h die oben erwähnten physikalischen Mittel aus demselben abgeschie- n. Ein anderer, kleinerer Theil kann erst durch Zusatz einer Säure e) ausgetrieben werden, ist also fester chemisch gebunden. Die aus- Kohlensäure könnte möglicher Weise auch lose gebunden sein. Die rebindung besorgen nicht die Blutkörperchen. J. v. LIEBIG zeigte, dass asisch-phosphorsaure Natron des Serums diese Eigenschaft besitzt,

Kohlensäure an sich zu binden. Es leuchtet von selbst ein, dass saures Natron, indem es sich zu doppeltkohlensaurem Natron mit Antheil Kohlensäure verbindet, eine lose Bindung wie sie im Bl ebenfalls besorgen könnte.

Man hat gegen die Betheiligung des letzteren Salzes an der Kohlensäu wendet, dass das Blut alkalisch reagirt, während Lösungen, die absorbirte dene Kohlensäure enthalten, sauer reagiren (PREYER). Dagegen haben P gezeigt, dass Blut auch nach vollkommener Sättigung mit Kohlensäure Auch noch unbekannte Verbindungen in den Blutkörperchen hat man an dung der Kohlensäure im Blut betheiligt geglaubt, da die Kohlensäureabs nach anderen Gesetzen mit dem zunehmenden Drucke wächst als die des und ZUNTZ). Das phosphorsaure Natron der Blutasche ist im Blute nic Menge vorhanden und kann sich dem entsprechend auch nur in geringem dung der Kohlensäure betheiligen. Es entsteht bei der Verbrennung au SETLER und SERTOLI).

HOLMGREN und J. W. MÜLLER haben die Spannung des Sauerstoff körperchen bestimmt. HOLMGREN verfuhr in der Weise, dass er Blut in der Abdunstung aussetzte, bis ein Manometer keine Druckzunahme anzeig Partialdruck des Sauerstoffes in den abgedunsteten Gasen bestimmte. Die S scheint im Allgemeinen nach MÜLLER mit der Temperatur zu steigen. Die A stoff aus sauerstoffreichem Blut an sauerstoffarme Luft und die Aufnahme sauerstoffreicher Luft in sauerstoffarmes Blut findet so lange statt, bis ein hältniss zwischen der Sauerstoffspannung im Blute und der Sauerstoffspan stehenden Luft eingetreten ist. Dieses Verhältniss wächst mit wachsender Sauerstoffdruck hängt natürlich ab von der Menge der im Blut enthaltene respektive der Menge des Haemoglobins.

Als Beispiel des quantitativen Gasgehaltes mag eine Bestimmun SETSCHENOW im Menschenblute dienen.

In 100 Volum Blut waren:

Gesammte Gasmenge	48,20
Sauerstoff	16,41
Stickstoff	1,20
Kohlensäure:	
frei	28,27
gebunden	2,32
gesammt	30,59

Oder 100 Volum Blutgase enthalten:

Sauerstoff	34,1	V. pCt.
Stickstoff	2,4	,,
Kohlensäure	63,5	,,

Als Mittelzahlen aus 10 Analysen der Gase von arteriellem Hundeblut schen Laboratorium, berechnen sich:

Gesammtgasmenge = 45,9 Vol. pCt. bei 0° und 1 M. Hg. D.
Kohlensäure = 29,7 ,,
Sauerstoff . = 14,6 ,,
Stickstoff . = 1,6 ,,

PFLÜGER, dessen Auspumpungsmethode der Gase wohl die vollkom giebt, fand in 100 Volum arteriellen Hundeblutes:

Gesammtgasmenge = 39,5 Vol. pCt. bei 0° und 1 M. Hg. D.
Kohlensäure = 29,0 ,,
Sauerstoff . = 7,9 ,,
Stickstoff . = 2,6 ,,

analystischen Resultate beanspruchen nur den Werth von Beispielen; bei den un-
rossen Schwankungen im Gasgehalte des Blutes unter verschiedenen Lebenszuständen
res, von dem man das Blut gewonnen, sind Mittelwerthe von sehr untergeordneter
ung.

esammtblut hat viel mehr Gase als das Serum. Nach den vergleichenden Analysen,
FFER an Hundeblut angestellt, ergaben sich in einem Versuche folgende Verhältnisse
Ct.:

	Gesammt-gasmenge:	davon Kohlensäure auspumpbar:	gebunden:
:	41,43	24,62	1,59
m:	11,28	11,20	23,77.

ders ist das Gesammtblut weit reicher an Sauerstoff als das Serum, welches letztere
sagt Sauerstoff wohl nur so viel enthält, als es nach den Gesetzen der Gasabsorp-
nden vermag. Dagegen scheint fast alle Kohlensäure dem Serum anzugehören.

ziehung auf die Gewinnungsmethode der Kohlensäure ist zu bemerken, dass nach
de von PFLÜGER ein Säurezusatz zum Blute zur Austreibung des letzteren nicht
, da in dem Blute bei dem vollkommenen Entgasen eine Säure entsteht, welche die
e Zersetzung selbst zu übernehmen vermag. Diese Säure des Blutes entsteht in
den Blutkörperchen. Ehe man sie näher kennt, kann man sie als: Blutkörper-
ure benennen. Sie entsteht in grösserer Menge bei Anwesenheit von mehr Sauer-
o im arteriellen Blute, und in venösem Blute, das mit Luft geschüttelt wurde, wie
den Beobachtungen von SCHÖFFER und PREYER ergiebt, dass die Kohlensäure leichter
genannten Blutarten entweicht. Es scheint sich also die Säure durch Oxydation in
e zu bilden. Nach den Untersuchungen HOPPE's entstehen bei der Zersetzung des
bins stets neben den Hauptspaltungsprodukten auch organische Säuren, unter
Ameisensäure und Buttersäure erkannte.

PFLÜGER deutete darauf hin, dass eine Säurebildung im normalen, kreisenden Blute
tfinden möchte, die in ähnlicher Weise sich an der Austreibung der Kohlensäure
en würde. Nach meinen Beobachtungen, dass bei in der Zeit gesteigertem Stoff-
im Tetanus das Blut sogar im lebenden Organismus sauer werden könne, scheint
ahme keine Hypothese mehr.

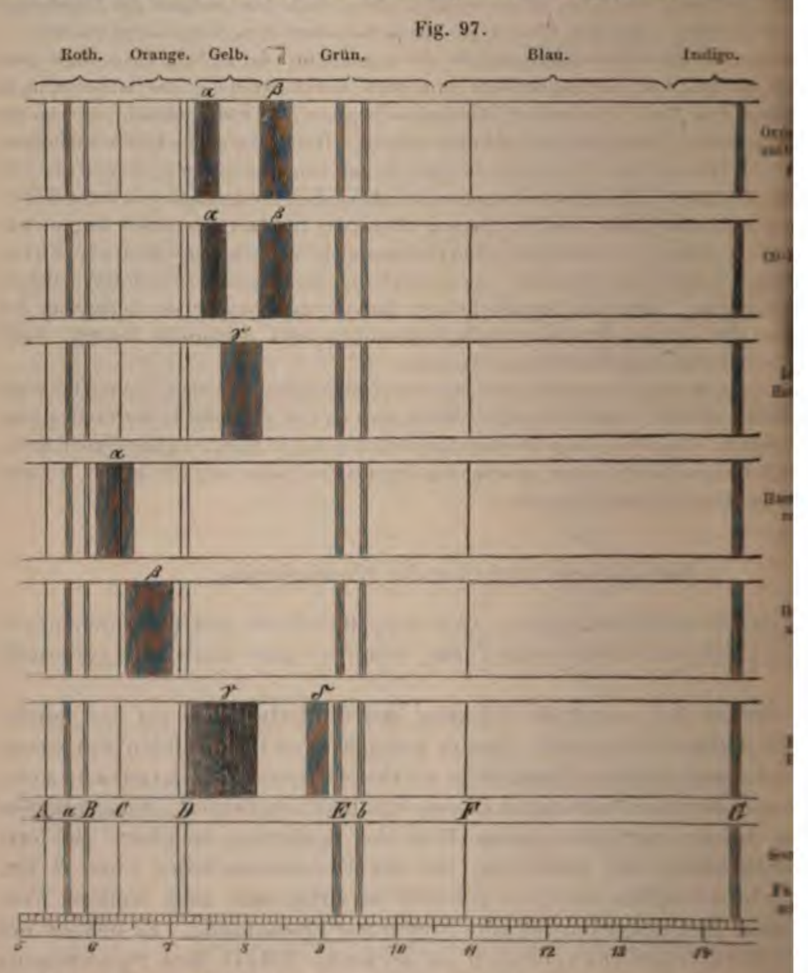
Das optische Verhalten des Haemoglobins.

Krystalle des Haemoglobins sind doppelbrechend und pleochromatisch.
ung zeigt eine schöne rothe Farbe, wenn sie unter Luftzutritt hergestellt

E–SEYLER hat zuerst die Wirkung des Blutfarbestoffes auf das durch-
icht dadurch festgestellt, dass er Lösungen von Haemoglobin von wech-
ehalte und gleicher Schichtdicke vor den Spalt eines Spektralappara-
te und das Spektrum unter diesem Einfluss beobachtete. Concentrirtere
gen lassen nur den rothen Theil des Spektrums sichtbar. Bei fort-
Verdünnung tritt Aufhellung bis zur FRAUENHOFER'schen Linie *D* ein,
Licht zwischen der Linie *E* und *F* im Grün auf, nach weiterer Ver-
kommt das Spectrum bis zum Violett zur Erscheinung. Es bleiben nur
kle Absorptionsstreifen im grünen Theil des Spektrums
D und *E*, die noch bei einer Lösung von $^1/_{10000}$ Haemoglobin in 1 Ctm.
hicht nicht übersehen werden können. Der erste Absorptionsstreif (α)
ler, dunkler und besser begrenzt als der von ihm durch einen hellen
raum getrennte zweite (β). Mit zunehmender Verdünnung verschwin-

den sie (zuerst β). Durch die Beobachtungen von Stokes ist es erwi diese beiden Absorptionsbänder dem sauerstoffhaltigen Haemoglob haemoglobin angehören. Durch Zubringen von Sauerstoff abs Substanzen zur Blutlösung schwinden nämlich die beiden Streifen, w ihrer Statt in dem hellen Raum, den sie zwischen sich liessen, ein brei ten mit verwaschenen Rändern (γ) auftritt. Dieser einfache Absorpti entspricht dem sauerstofffreien Haemoglobin, dem reducir moglobin. Durch Schütteln mit Luft, nimmt das Haemoglobin wie stoff auf, verwandelt sich zurück in Oxyhaemoglobin, die Lösung ze die beiden Absorptionsbänder (α und β), die durch reducirende Mittel das einfache Band des reducirten Haemoglobins übergeführt werden k

Fig. 97.



Die rothen Blutkörperchen zeigen im Mikrospektrum das halten wie Haemoglobinlösungen (Hoppe, Preyer, Stricker).

Von den Gewebsbestandtheilen wird, wie oben gezeigt, dem Haemoglobin entzogen, sodass das venöse Blut reducirtes Haemoglobin enthält. Zur Ausst

vor dem Spektralapparat kann man verschiedene leicht reducirende Flüssigkeiten den, z. B. ein Gemisch von Eisenvitriol, Weinsäure und überschüssigem Ammoniak, tropfenweise zusetzt, oder Schwefelammonium oder eine ammoniakalische Lösung insteinsauerem Zinnoxydul. Durch die beiden letzteren Flüssigkeiten, die farblos rd die Farbe des Blutes dem venösen Blute ähnlich, das Roth nimmt ab, es bekommt ich in's Bläuliche, in dünnen Schichten erscheint es grün. Durch reducirende Stoffe ach das monochromatische Haemoglobin dichromatisch, Sauerstoff stellt die Mono- ie wieder her.

man in die Blutlösung **Kohlenoxydgas**, so tritt eine leichte Verschiebung des ersten des Oxyhaemoglobins (α) nach dem zweiten zu ein, es ist das das Spektrum des oxydhaemoglobins, welches durch reducirende Substanzen nicht ert werden kann, dieselben lassen in der oben angegebenen Weise angewendet n Absorptionsstreifen bestehen. Wenn das Blut nicht vollkommen mit Kohlenoxyd wenn also noch Oxyhaemoglobin neben Kohlenoxydhaemoglobin in der Lösung n ist, so zeigt sich bei Anwendung reducirender Substanzen zwischen den bleiben- rptionsbändern des letzteren der Schatten des reducirten Haemoglobins. Ebenso lenoxyd verhält sich **Stickoxyd**, doch stimmen seine nach Anwendung reducirender ibenden beiden Absorptionsbänder mit denen der Oxyhaemoglobins vollkommen

inwirkungen, welche aus Haemoglobin durch Zersetzung **Haematin** entstehen lassen, n auch das Spektrum des Blutes, wie schon der Uebergang des Roth der Lösung in d Grün andeutet. Die nach solchen Einwirkungen im Spektrum erscheinenden bsorptionsstreifen werden von dem Haematin erzeugt. Das Haematin hat in saurer ischer Lösung eine verschiedene Farbe, ebenso zeigt sich auch das Spektrum ver- . Setzt man zu einer etwas concentrirteren Lösung von Blutroth oder Blut etwas e, so schwinden die Streifen des Oxyhaemoglobin (α und β), und es tritt ein neuer uf, welcher die FRAUNHOFER'sche Linie C an der Grenze des Roth zu Orange deckt matinspektrum). Uebersättigung mit Alkali schiebt den Streifen an die Grenze des h D hin (β), und man kann willkürlich durch Ansäuren oder Alkalischmachen die treifen abwechselnd hervortreten lassen, von denen der in alkalischer Lösung scharf begrenzt erscheint. Behandelt man die Haematin-Lösung mit der oben be- en Lösung von Eisenvitriol (STOKES'sche Flüssigkeit), so treten zwei dunkle Streifen cirten Haematins auf (γ und δ), von denen der erste etwa an derselben Stelle wie der erste (α) des Oxyhaemoglobins, aber viel breiter ist, der zweite ist weiter ün (E) zugerückt als der zweite des Oxyhaemoglobins (β), mit dessen Absorptions- man die des reducirten Haematins verwechseln könnte. Durch Schütteln mit Luft nden letztere aber gänzlich (KÜHNE). PREYER versetzte wässerige Blutlösungen mit her und sehr wenig Eisessig, er bekam dann ein (Haematin-) Spektrum mit 4 Absorp- ifen, das er einem krystallisirbaren Haematin, das er Haematoin nennt, zuschreibt. orptionsstreifen liegt zwischen C und D, zwei zwischen D und E, von denen der hr schwach, der zweite stark ist, der vierte liegt vor F. Dasselbe Spektrum sah TOKES. Es entsteht auch durch einen mit schwefelsäurehaltigem Alkohol bereiteten ug, ferner gaben viele Säuren (Oxalsäure, Phosphorsäure, Salpetersäure) mit ver- Blut oder Sauerstoffhaemoglobin mit oder ohne Aether die 4 Streifen. In sieden- gsäure gelöste Haeminkrystalle zeigen dasselbe Spektrum. Der Unterschied natoin von Haemin oder Haematin ist noch nicht bestimmt festgestellt, da die an- Entstehung ohne Kochsalz dafür kaum beweisend sein dürfte.

n STOKES gab an, dass man durch reducirende Mittel aus Haematin wieder oglobin erzeugen könne, es beruhte das wenigstens z. Thl. auf einer Verwechselung reducirten Haematin. Neuerdings behauptet wieder PREYER eine Synthese en Blutfarbestoffes aus seinen Zersetzungsprodukten auf demselben Wege, sodass, h dieselbe bestätigt, die ältere Angabe von STOKES wieder aufleben würde. PREYER

„vermischt verdünnte Blutlösung mit wenig Essigsäure, dass gerade d
heit aufgehoben wird, und erwärmt, wodurch das Haematin (Preyer's Haemat
entsteht. Mit so wenig Ammoniakwasser versetzt, als gerade ausreicht, d
stehende Fällung aufzulösen, wird die Flüssigkeit wieder blutroth und zeigt
tionsbänder in der Nähe der des Oxyhaemoglobins. Setzt man nun eine k
Menge einer reducirenden Substanz zu, so erscheinen die Haemoglobin
in alter Lage und Stärke. Ein eisenhaltiges, anderes Haematin soll nach Preyer
das Haematin in saurer Lösung sei eisenfreier Farbstoff mit Eisenoxydul in s
Auch aus Haematin in alkalischer Lösung will Preyer Oxyhaemoglobin, wie
reducirende Mittel hergestellt haben. Durch heftiges Schütteln an der Luft
können die Streifen des reducirten Haematins in die Streifen des Oxyhaemoglob
Ich hatte noch keine Gelegenheit, diese letzteren Angaben Preyer's zu prüfe
Neubildung von Haemoglobin wäre nach unseren jetzigen Anschauungen über
halten entweder eine Synthese, oder sie rüttelt an der bisherigen Anschauung

Zur Untersuchungsmethode. — Das Spektroskop besteht im Wesentlic
sehr stark brechenden Prisma, durch welches der Lichtstrahl gebrochen un
trum zerlegt wird. Das Prisma ist bedeckt und es wird ihm das Licht einer
Blutuntersuchung) leuchtenden Petroleum- oder Gasflamme durch ein R
dessen vorderes, der Flamme zugekehrtes Ende bis auf einen feinen vertikal
schlossen ist, durch den das Licht eintreten kann. An dem gegen das Prisma g
ende befindet sich eine achromatische Linse, durch welche die Lichtstrahl
macht werden. Gegen die eine Prismafläche ist ein astronomisches Fernrohr g
Objektiv so gestellt ist, dass das Spektrum in das Fernrohr eintretend dem A
achters (etwa 6 Mal) vergrössert erscheint. In den kleinen Steinheil'schen,
baren Spektroskopen trägt ein drittes Rohr eine Millimeterskala auf ei
welche mit Staniol so weit bedeckt ist, dass nur der schmale Streifen mit de
und Zahlen sichtbar bleibt. Diese Skala wird durch eine dicht davor aufgeste
Kerze beleuchtet. Das durch totale Reflexion entstehende Spiegelbild der
erscheint in Folge der Stellung der Rohre im Beobachtungsfernrohr an dem
das Spektrum, so dass die Stellung und gegenseitige Entfernung der Spektral
sorptionsbänder unmittelbar auf der Skala abgelesen werden können.

Die Farbstofflösungen, welche spektroskopisch geprüft werden soll
zwischen das Licht und den Spalt der erstgenannten Röhre, sodass das L
Lösung in den Spalt eintritt. Man kann zur Aufnahme der Lösungen Prob
wenden, besser sind die von Hoppe-Seyler angegebenen Glaskästchen mit
Spiegelglaswänden, deren Abstand 1 Centimeter beträgt (Haematinome
Glasplatten des Kästchens sind aufeinander geschliffen, und werden durch eine
nehmbaren Rahmen von Metall mit Fuss gehalten. Man kann, wie bei dem Vo
rat zur Mischprobe, die Gläser auch definitiv in dem richtigen Abstand
wodurch höchstens die Reinigung erschwert ist, wenn man Kitt verwendet, der
Alkalien nicht angegriffen wird.

Zur spektroskopischen Untersuchung auf gewisse che
mente, namentlich Metalle, verwendet man bekanntlich nicht leucht
(die Bunsen'sche Lampe oder eine Wasserstoffflamme) in denen man die b
untersuchenden Stoffe glüht, wodurch die ihnen zu gehörenden diskontinui
deren helle Linien z. Thl. mit den dunklen Fraunhofer'schen zusamme
werden. Die Natronflamme giebt z. B. eine einzige intensiv gelbe Linie auf d
entsprechend der Fraunhofer'schen Linie D; Thallium giebt eine grüne, Kal
eine blaue Linie auf fast dunkelem Grund, wodurch die Erkennung dieser
anderer ermöglicht ist.

E. Ray-Lancester hat die Blutfarbstoffe niederer Thiere spektroskopisch
gezeigt, dass manche derselben mit dem Haemoglobin nah verwandt sind.

Verschiedenheiten in der Blutzusammensetzung.

nden eine grosse Anzahl von Einflüssen auf die Zusammensetzung des Organismus statt, und zwar nach den verschiedenen Gefässbezirken hselnde. Besonders war es die Pathologie, welche von vergleichen- nalysen in Krankheiten sich eine grosse Hülfe für die Diagnose ver- da man mit Sicherheit voraussetzen zu dürfen glaubte, dass die durch haften Stoffwechselverhältnisse des Körpers gesetzten Blutveränderun- genug sein würden, um sich der chemischen Analyse nicht zu ent-

Erwartungen der Pathologie wurden bisher ziemlich getäuscht. Auch agen der Physiologie hat die Blutanalyse noch verhältnissmässig wenig Der Grund liegt vor allem darin, dass die Methoden der Untersuchung er eine vollkommenere Ausbildung vermissen lassen, und dass die nor- rschiedenheiten der Blutzusammensetzung an einer und derselben Stelle einbar unveränderten Bedingungen so gross sein können, dass auch de Schwankungen noch innerhalb der Grenzen der möglichen Fehler- hereinfallen. Es sind nur einige immerhin für das Verständniss des s wichtige Thatsachen durch die grosse Anzahl bisher angestellter Blut- an das Licht gebracht worden.

Arterielles und venöses Blut.

on der alten Zeit ist der grosse Unterschied aufgefallen, den das Blut in en Hauptgefässabschnitten, im arteriellen und venösen Systeme, zeigt. rschiedenheiten beziehen sich vor allem auf die Farbe der beiden Blut- Während das venöse Blut dunkel, fast blauroth erscheint und einen n Dichroismus erkennen lässt, ist das arterielle Blut hellroth und nicht ch. Man weiss, dass dieser Farbenunterschied sich von dem verschie- asgehalt des arteriellen und venösen Blutes herleitet. Schüttelt man dunkelrothes Blut mit Sauerstoff oder lässt es nur in dünner Schicht an der Berührung mit Sauerstoff ausgesetzt, so wird es bald hellroth. Leitet egen Kohlensäure ein oder schüttelt man das Blut damit, so verliert es eine hellrothe Farbe und wird dunkel. Treibt man im Vacuum alle Blut- , so wird das Blut in einige Linien dicken Schichten schwarz.

Farbenänderung durch Sauerstoff rührt zumeist von einer directen Ein- desselben auf den Blutfarbestoff her. Auch Blutfarbestoff ausserhalb zellen zeigt noch die hellere Röthung durch Sauerstoff. Die dunkle Farbe unächst das Resultat des Sauerstoffmangels zu sein, da sie wie an- am stärksten im ganz gasfreien Blute auftritt. Von dem Auftreten von m Haemoglobin rührt vor allem der Farbenunterschied und der Dichrois- venösen Blutes her. Das Oxyhaemoglobin ist monochromatisch.

en Antheil an den Veränderungen der Farbe sollen auch die Blutkörper- bst haben und zwar durch Gestaltsveränderungen, die sie er- nnen. Verdünnt man Blut mit Wasser, so wird seine Farbe dunkler, ösen ähnlicher, setzt man zu dunklem Blute ein Salz, so wird die Farbe eriell. Es ist unzweifelhaft, dass durch die Verdünnung mit Wasser und

durch den Salzzusatz zu dem Blute die Form der Blutkörperchen
wird. Durch Wasser schwellen sie auf und verlieren mehr oder
bikonkave Gestalt, durch den Salzzusatz schrumpfen die Körperche
diese Formschwankungen als Grund der Farbenänderung herbeig
schon oben angegeben wurde. Jedes normale bikonkave Körperch
Hohlspiegel wirken, der das Licht concentrirt zurückwirft. Die kugel
der gequollenen Blutkörperchen werden dagegen das Licht zerstreu
behauptet, dass der Sauerstoff die Blutkörperchen konkaver macht un
Kohlensäure sie aber aufschwellen lässt.

Gorup-Besanez stellt die von Nasse, Lehmann, u. A. gefundenen
im arteriellen und venösen Gesammtblute übersichtlich zusammen.

	Arterienblut:	Venenb
Temperatur . .	etwa um 1° C. höher	niedrig
Farbe	heller und nicht dichroitisch	dunkler und di
Gasgehalt . . .	relativ mehr Sauerstoff	relativ mehr K
Wasser	mehr	wenig
Fibrin	mehr	wenig
Blutkörperchen	weniger	mehr
Albumin . . .	keine konstante Differenz	keine konstant
Fette	desgl.	desgl.
Extraktivstoffe.	mehr	wenig
Harnstoff . . .	weniger (?)	mehr
Salze	mehr	wenig
Zucker	mehr	wenig

Man darf bei dieser Tabelle freilich nicht die im Allgemeinen nöthige V
Beurtheilung der Ergebnisse der Blutanalysen vergessen.

Cl. Bernard hat gezeigt, dass das venöse Blut der auf Trigeminusreizu
Speicheldrüsen sich in seiner Farbe ganz dem arteriellen ähnlich verhält.
daher, dass das Blut durch die während der Zeit erweiterten Gefässe mit gröss
digkeit als sonst hindurchströmt und so nicht Zeit hat, seinen Sauerstoff so
geben wie sonst. Es beweist dieses aber nicht, dass die arbeitende Drüse
Sauerstoff verbrauche als die ruhende, ihre bekannte Temperaturerhöhun
Sekretion spricht für das Gegentheil. Wenn eine gleiche Volumeinheit Blut
den Drüse weniger Sauerstoff abgibt als in der ruhenden, so strömt doch
den erweiterten Gefässen so viel mehr Blut in einer gleichen Zeit, dass die g
stoffabgabe der einzelnen Bluteinheit dadurch noch überkompensirt wird.

Der Einfluss der Nahrung auf die Blutzusammensetzung
nicht schwer ersichtlich. Nach fettreicher Nahrung finden sich die Fette im
sodass das Serum milchig getrübt erscheinen kann; nach Brodnahrung ist di
nach gesteigertem Salzgenuss sind die Aschenbestandtheile des Gesammtblut

Sehr bemerkenswerth ist es, weil es mit unseren Anschauungen der übrig
vorgänge übereinstimmt, dass längeres Hungern und ebenso wirkende andau
luste oder wiederholte Aderlässe alle übrigen Blutbestandtheile vermindern,
vermehren: der Organismus wird, im Ganzen also auch sein Blut durch
wässeriger.

Umgekehrt wirkt Nahrungsaufnahme. Während der Verdauung ist nur d
vermindert und alle sonstigen Bestandtheile des Blutes vermehrt. In den
tagen sinkt der Wassergehalt des Blutes.

er fortgesetzte Fleischnahrung vermindert ebenfalls den Wassergehalt, vermehrt alt an Fibrin, Extraktivstoffen und Salzen.

abilische Nahrung — wie die obigen Angaben ebenfalls genau den Resultaten der iernährungsversuche entsprechend — vermehrt dagegen den Blutwassergehalt, das und die Fette, vermindert aber das Fibrin, die Extraktivstoffe und Salze.

er den Einfluss der Muskel-Arbeitsleistung auf die Blutzusamtzung weiss man, dass direkt nach der Arbeit das Blut procentisch weniger Wasser als während der Ruhe, da sich die Muskelzersetzungsprodukte, die sich während der istung in grösserer Menge bilden, zuerst in ihm anhäufen (J. Ranke); das Blut bei eine sauere Reaktion annehmen. Da bei Ausschluss der Ernährung, oder mangel-Wiederersatz des Mehrverbrauches bei Arbeit der Muskel und der Gesammtorganisserreicher werden, so wird es in Folge davon später auch das Blut, da sein Wasserin konstantes Verhältniss zeigt zu dem Wassergehalt der Gewebe (Schottin). In diele wirkt also übermässige Arbeit wie fortgesetzte Säfteverluste.

h Alter und Geschlecht sind von bestimmendem Einfluss auf die Blutzusamung, und es kann uns dieses um so weniger Wunder nehmen, da wir ja wissen, dass ngenannten Begriffe fast vollständig durch verschiedene Ernährungszustände gerden, deren Einwirkung auf die Blutmischung wir schon besprochen haben.

ner haben weniger Wasser im Blute und mehr Blutkörperchen als Frauen und Das Blut der Frauen ist etwas fettreicher. In der Schwangerschaft soll das Fibrin s relativ vermehrt sein. Das Blut der Schwangeren bildet gern eine Speckhaut, ine Verzögerung der Gerinnung oder Beschleunigung der Senkung der Blutkörperchen Das specifische Gewicht des Gesammtblutes soll dann geringer sein, die Farbe dunken späteren Schwangerschaftsmonaten soll der Wassergehalt wieder ab-, die Blutenmenge zunehmen.

Ienstrualblut zeichnet sich fast immer durch den Mangel der Faserstoffgerinnung entweder schon im Uterus stattgefunden haben mag, oder, vielleicht durch Zug des Schleims der inneren weiblichen Genitalien (?), verhindert wird. Das Mikrogt die Beimischung des Genitalschleims zu dem Blute.

den einzelnen Blutarten in den verschiedenen Gefässprovinzen ist an den speciellen Rede.

Die Stoffvorgänge im lebenden Blute.

Ilgemeinen dürfen wir wohl annehmen, dass im Blute, in welchem sich osse Anzahl von Zellen und zellenähnlichen Gebilden findet, in nicht ender Weise chemische Lebensvorgänge eintreten mögen.

er ist über den Wechselverkehr der Blutkörperchen mit der Blutflüssigwenig erforscht.

allem müssen wir bei dem Leben der Blutkörperchen an Endosmose Dass wirklich Diffusion zwischen den Blutkörperchen und der sie um-Flüssigkeit stattfindet, beweisen die Formänderungen, welche wir ngehen sehen bei Concentrationsschwankungen des Serums. Wir sehen, hysiologischen Verschiedenheiten in der Koncentration z. B. durch Nahahme und Muskelbewegung mit Grössenverschiedenheiten der Blutzellen rknüpft sind, als direkter Salz- oder Wasserzusatz zum Blute.

Vieles bleibt aber noch dunkel! Woher rührt es, dass in den normalen rchen sich die verschiedene Zusammensetzung der anorganischen wie en Bestandtheile trotz dem Diffusionsverkehr ungestört erhalten kann? mmt es, dass bei gewissen Krankheiten z. B. Cholera die Blutkörper-

chen diese Fähigkeit des Beharrens in ihrer chemischen Konstitutio
Wir finden im Cholerablutserum Kalisalze und Phosphorsäure in reichl
Auf der Anwesenheit der ersteren beruhen zweifelsohne die Haup
symptome. Bernard hat gezeigt, dass schon minimale Mengen vo
direkt in das Blut gebracht, die normalen Funktionen desselben un
Leben des Organismus vernichten. Die Cholerakrämpfe rühren vo
Kalisalzen im Serum her, welche auf das Muskelsystem (J. Ranke), z
Herz (Traube) im Anfange erregend und dann ermüdend und lähm
Bei vielen Krankheiten mag die objektive Ermüdung, die ihnen vo
sie begleitet, primär daher rühren, dass die Blutkörperchen nicht me
sind, ihre Kalisalze in sich festzuhalten.

Bei dem Absterben des Blutes scheint diese Veränderung in de
vorgängen zwischen den geformten und flüssigen Blutbestandtheile
zutreten. Auf sie lässt sich vielleicht zum Theil der (geringe) Kalige
Serum gefunden wird, beziehen. Während des Absterbens bilden s
ebenso Zersetzungsprodukte wie in den übrigen Geweben, auch ein
steht dabei. Auf ihrer Wirkung wird auch hier die Veränderung
fusionsvorgängen beruhen. Unter der Wirkung einer Säure sahen w
Muskelzelle Stoffe aufnehmen und abgeben, denen sie bei ungestört
mus den Eintritt wehrt, oder die sie in sich zurückhält. Mit der
der Blutköperchen bei dem Absterben tritt, wie man vielfach annimm
fibrinoplastisch wirkende Paraglobulin aus und betheiligt sich
scheidung des Faserstoffs.

Pflüger beobachtete, dass nach der Entleerung des Blutes aus
Sauerstoffgehalt desselben abnimmt, während der Kohlensäuregehalt
Blut enthält sonach Substanzen, die dem Haemoglobin den Sauersto
ein Vorgang, der im lebenden Blute fortwährend stattfinden muss,
der Gewebsathmung, die wir unten noch näher kennen lernen we
könnte diese Veränderung des Gasgehaltes des Bluts: Blutathmung n

Die bis zur Gerinnung fortschreitenden chemischen Blutum
veranlassen eine nachweisbare Temperaturzunahme im Blut (Sc
nach J. Müller schon von älteren Beobachtern: Gordon, Thomson
funden wurde.

Die allgemeinen Stoffwechseluntersuchungen haben uns gezeigt, dass die
Blutkörperchen, zur Oxydation im Organismus zu dienen, durch gewisse im
dene Stoffe gestört oder gesteigert wird.

Ein grösserer Fettgehalt des Blutes, wie er nach fettreicher Nahrung eintr
Blutkörperchen an der Sauerstoffaufnahme. Ebenso mag vielleicht ein verm
gehalt wirken, da Pettenkofer und Voit die Hypothese aus ihren Versuchen
bei Diabetes, bei welchem Zucker im Harn erscheint, die Blutkörperchen wen
wirken als im normalen Verhalten. Bei der Zuckerharnruhr wird viel Zucker
in allen Säften und Organen angetroffen. Der Grund der Zuckerausscheidung
dieser räthselhaften Krankheit würde also vielleicht darin zu suchen sein,
körperchen nicht im Stande wären, die im Blute vorhandenen, vielleicht an
mehrten Zuckermengen zu verbrennen.

Dagegen scheint ein gesteigerter Eiweissgehalt des Blutes nach Fleischkost
den Eigenschaften des Haemoglobins zu steigern. Vielleicht entsteht dabei

Oxydationsbedingung (Blutkörperchen) wie die Beobachtungen von ANDRAL, GAVARRET LAFOND zu ergeben scheinen.

nfalls nach älteren Angaben, die sich auf chemische Bestimmung der Blutkörperchen soll nach Fettgenuss, namentlich nach Leberthran der Gehalt des Blutes an rothen chen steigen (POPP, TH. THOMPSON). Unzulängliche Nahrung und Hunger setzen dagegen nge herab wie auch die Zählungsmethode von VIERORDT beweist. Dieselbe Wirkung wiederholte Blutentziehungen. Bei fetten Thieren hat die absolut sehr verminderte ge auch relativ weniger Haemoglobin als bei weniger fetten (J. RANKE).

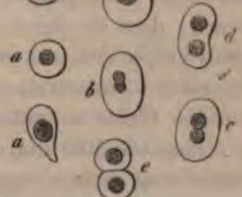
Die Entstehung der rothen Blutkörperchen.

Quellen der Hauptstoffe, die das Blut zusammensetzen, sind uns aus bisherigen Betrachtungen schon bekannt, sie stammen aus den Gewebsäften und dem Darminhalte. Die Lymphdrüsen und Follikel, die d das Knochenmark (NEUMANN), vielleicht auch Thymus und drüse mischen ihm die weissen Blutkörperchen bei.

er stammen aber die rothen Blutkörperchen?

e Frage kann für den entstehenden Organismus mit ziemlicher Sicher- twortet werden. Die runden, kernhaltigen Bildungszellen des Embryo, der Mitte der anfänglich soliden Gefässanlagen sich befinden und in Aussehen den übrigen Zellen vollkommen entsprechen, lösen sich unter on Flüssigkeit — Blutplasma — von einander und sind als erste Blut- betrachten. Nach der Ansicht von HIS entstehen sie gruppenweise in Protoplasmakugeln in den Wandungen der Gefässe und brechen später men ein. Sie füllen sich mit Blutroth, behalten aber ihre Kerne bei, durch Aufhellung ihres Inhaltes noch deutlicher werden. Sie sind nicht abgeplattet wie die späteren rothen Blutkörperchen und ziemlich ser. Diese Zellen vermehren sich anfänglich durch Theilung. Sie werden oft etwas abgeplattet wie die Blutkörperchen des Frosches, es entstehen zwei oder selbst mehrere Kerne, um die sich membran dann abschnürt (Fig. 98) (REMAK,).

Fig. 98.



Blutkörperchen junger Hirschembryonen; bei *a* die meist kugligen Zellen; *b*—*f* Theilungsprocess derselben.

der Entwickelung der Leber hört nach E. H. und KÖLLIKER dieser Bildungsmodus der Blut- hen auf, dann scheint die Leber der eigentliche herd der Blutkörperchen zu sein. Am wahr- chsten von der Milz aus werden dem Blute farb- rnhaltige Zellen — weisse Blutkörperchen — rt, welche, indem sie die Leber durchsetzen rbt werden, ihr körniges Aussehen verlieren kernhaltigen Blutkörperchen werden. Diese kernhaltigen, runden Blutkörperchen sind es, en in dem späteren Embryoleben die kernlosen, tteten Blutkörperchen entstehen. KÖLLIKER sah den Kern in vielen Blutzellen klein, mit Neigung kulärem Zerfall, endlich schwindet er ganz. Anfänglich machen die bikon- lutscheibchen noch die Minderzahl der rothen Körperchen aus. In der Woche des Embryonallebens fehlen sie noch ganz; bei einem dreimonat-

lichen menschlichen Embryo betrugen sie im Leberblute $^1/_4$, in de
Blute $^1/_6$—$^1/_8$ der Gesammtmenge der Blutkörperchen.

Auch im erwachsenen Organismus gehen die rothen Blutkörperch
weissen Blutkörperchen hervor. Vielleicht kann dieser Uebergang
Blute stattfinden, am deutlichsten gelingt der Nachweis desselben aber
blute der Milz, in der Leber und im Knochenmark (E. Neuman
zahlreiche Zwischenstufen zwischen rothen und weissen Blutkörperc
Das Haemoglobin soll nach Funke in den neuentstandenen rothen
besonders leicht krystallisiren, über seine Entstehung hat man noch k
ren chemischen Beobachtungen (cf. Milz, Knochenmark etc.). Bei Le
den sich überall in der Blutbahn neben ziemlich normal gebauten
weissen Blutkörperchen (die letzteren sind ungemein vermehrt und
Blute die weissröthliche Färbung, welche der Krankheit den Namen geg
Virchow) eine nicht unbeträchtliche Zahl von Uebergängen farblos
bige, kernhaltige Zellen. Erb fand ähnliche Uebergangsformen im
künstlichen Blutverlusten, Kölliker im Blut saugender Mäuse. In n
hat von Recklinghausen im mehrere Tage schon aus der Ader entleerte
Blute aus kleinen, ovalen Uebergangszellen unter Zutritt vo
Sauerstoff Bildung von rothen Körperchen wahrgenommen.

Untergang der rothen Blutkörperchen. Man hat den
chen eine sehr lange Lebensdauer zuschreiben wollen. Es ist jedoch
erweisbar, dass sich unter Umständen auch sehr grosse Mengen
körperchen in kurzer Zeit neu bilden können, z. B. nach starken Bl
nach denen sich die Blutmenge bald wieder ergänzt zeigt, andererse
in der Milz und Leber stets ein massenhafter Zerfall von rothen
stattzufinden. Bei der Besprechung der Gallenwirkung wurde erwähn
Galle die rothen Blutkörperchen auflöse, die Bildung des Gallefa
der wohl sicher aus dem Blutfarbestoff hervorgeht, spricht direkt für
körperchenzerstörung, ebenso das unten zu besprechende Verhalten
blutkörperchen. In der Milz ist es auch die Bildung von pigment- und
chenhaltigen Zellen, was für einen Untergang der Blutkörperchen spr
geht der Zerfall wohl überall im Blute vor sich. Auch im Knochenmar
ihn Bizzozero, was jedoch Neumann widerspricht. Man muss sich be
nach dem Untergang der rothen Blutkörperchen auch an die Beoba
innern, dass sie durch Harnstoff aufgelöst werden, der sich in de
dem Lymphdrüsen dem Blute der Capillaren an Ort und Stelle wohl i
nügenden Concentration beimischen wird, um seine Wirksamkeit in
deuteten Weise zu entfalten.

Dass die Milz und die Lymphdrüsen in einer gewissen nahen Be
Blutbildung stehen, geht daraus hervor, dass die oben genannte
heit, die Leukämie, mit einer Erkrankung, Vergrösserung der Milz u
drüsen Hand in Hand geht. Neumann hat neuerdings einen solchen Z
hang auch für das Knochenmark festgestellt.

ie Blutdrüsen, die Bildungsstätten der rothen Blutkörperchen.

ilz. Man hat die Milz eine Blutdrüse genannt und ihr in Gemein- den anderen Drüsen ohne Ausführungsgang, denen man dieselbe Be- gab, eine besondere Betheiligung an dem Blutbildungsprocesse, vor- an der Bildung oder Zerstörung der rothen Blutkörperchen zugeschrie- les ist hier noch dunkel und um so mehr, da es, wie schon PLINIUS elingt, Thiere nach Exstirpation der Milz noch lange Zeit am Leben zu sodass man diese Operation auch für den Menschen vorzuschlagen ge- Es treten dann andere Blutbildungsstätten vikarirend ein.

reitig ist die Milz unter den Blutdrüsen die wichtigste. Ihr anatomischer ert an den Bau der Lymphdrüsen. Sie besitzt eine weisse, feste, Hülle, die noch von dem Bauchfelle einen serösen Ueberzug erhält. erhülle (Tunica fibrosa) sendet Fortsätze in grosser Zahl in das Innere lichen Milzgewebes ab, die sich sehr mannigfaltig verästeln und unter zusammenhängen, sodass ein reiches Maschenwerk gebildet wird, oder eine sehr bedeutende Anzahl unter einander communicirender Hohlräume unregelmässiger Gestalt. Die Faserhülle und die eben beschriebenen - Trabeculae lienales — bestehen beim Menschen aus Bindegewebe mit n Fasern. Bei einigen Thieren, besonders bei dem Hunde finden sich r viele organische Muskelfasern. FREY und MEISSNER fanden sie spärlich n Menschen. In diesen durch die Balken gebildeten Hohlräumen liegt liche Milzgewebe: die Milzpulpe, Pulpa lienis. BILLROTH, FREY, haben gelehrt, dass diese Milzpulpe ganz ähnlich gebaut ist wie das e Drüsengewebe der Lymphdrüsen (S. 371). Es gelang an erhärteten Prä- urch Auspinseln ein ungemein feines Netzwerk von unter einander ver- meist kernlosen Fasern darzulegen, welches sich als feinste Verzweigung r zarter werdenden Milzbalken zu erkennen giebt. An einzelnen dieser asern lassen sich noch Kerne nachweisen zum Beweise, dass wir es mit einem Bindegewebskörperchennetze zu thun haben. Innerhalb zes sind nun die Gewebszellen der Milz eingelagert, und zwar sind die o klein, dass häufig nur eine einzige, ein ander Mal zwei oder drei Zel- er solchen Platz finden. Die grosse Anzahl von Blutgefässen der Milz s Milzparenchym in ziemlich regelmässige Abschnitte, beim Menschen so netzförmig verbundene Gewebsstränge.

Zellen des Milzgewebes sind nach KÖLLIKER rundlich, einkernig, 0,003—0,005‴ in der Grösse schwankend und ganz mit den Zellen r zu beschreibenden s. g. Milzbläschen übereinstimmend. Neben len sich noch einige grössere blasse zellenartige Gebilde und dann sehr s zu 0,01‴ entweder blass oder reichlich mit Körnchen gefüllt: Körn- n. Ausser diesen farblosen Zellen kommen in der Milzpulpe stets auch ige Blutkörperchen vor entweder von normaler Gestalt und Farbe oder tadien des Zerfalles. Sie lagern sich meist zu mehreren zusammen und nn, wenn sie ganz zerfallen sind, dunkelgefärbte Farbstoff- oder Pig- en. Hier und da sieht man Pigmentkörnchen in reichlicher Anzahl in geschlossen, sodass diese ganz das Aussehen von Pigmentzellen erhal- n. KÖLLIKER und ECKER zeigten, dass auch zellenähnliche Gebilde, die

mit einer Hülle mehrere Blutkörperchen meist mit den Kennzeichen umschliessen, in der Milzpulpe vorkommen: blutkörperchenhal len. Diese Gebilde haben verschiedene Deutung erfahren, vielleicht Gerinnsel, welche die zerfallenden Körperchen einschliessen, und von Zellmembranen machen (Fig. 99), PREYER hält sie für amöboide Blutkörperchen eingeschluckt haben, ganz so wie sie sonst Pigment sich einziehen (cf. oben S. 106) können.

In die rothe Milzpulpe finden sich, bei Gesunden leicht aufzufi reiche, weisse, rundliche Körperchen eingelagert: Milzkörperch bläschen, MALPIGHI'sche Bläschen, Corpuscula Malpighii. unbewaffnetem Auge sichtbar und haben im Durchschnitt eine Grös Sie stehen in einer nahen Beziehung zu den feinsten Arterienzweig nen sie in sehr grosser Anzahl wie Beeren ansitzen (Fig. 100). Sie Bau mit den einfachsten Lymphdrüsen, den Follikeln (GERLACH) Sie besitzen keine sie vollkommen von der Umgebung abtrenn Die Fasern des feinen Balkennetzes, in denen sie sich eingelagert f

Fig. 99.



Zellen aus der Milzpulpa des Menschen, Ochsen u. Pferdes. *a—d* Vom Menschen. *a* Freier Kern; *b* gewöhnliche Zelle (Lymphkörperchen); *c* gekernte Zelle mit einem Blutkörperchen (?) im Innern; *d* mit zweien; *e* solche mit mehreren Blutkörperchen vom Ochsen; *f* eine Zelle desselben Thieres mit fettartigen Körnchen. *g—k* Vom Pferde. *g* Eine Zelle mit mehreren frischen Blutkörperchen und den Körnchen letzterer Figur; *h* Zelle mit einem Körnerhaufen; *i* derselbe frei; *k* Zelle mit farblosen kleinen Molekülen.

Fig. 100.



Aus der Milz des Schweines. Ein Arterienast umhüllt, mit seinen Zweigen *b* und den ansitz schen Körperchen.

flechten sich nur dichter und inniger an ihrer Oberfläche, doch so feine Gewebslücken übrig bleiben. — Die Adventitia, die Bindegew Arterien, zieht sich über die an die Arterien gehefteten Milzbläschen diese als eine Verdickung der Adventitia erscheinen, in welche rei Elemente eingelagert sind. Die Zellen sind mit denen in ander taren Lymphdrüsen ganz identisch, sie sind rundlich, körnig, meist m Kern, eingebettet in eine eiweisshaltige, in der Hitze gerinnen reagirende Flüssigkeit. Schon geringe Einwirkungen zerstören die Z dann neben ihnen eine grosse Anzahl freier Kerne sich findet, die in

fehlen. In den Bläschen findet sich auch wie in den Follikeln der
sen ein zartes Kapillarnetz.

Blutgefässe bilden einen Hauptheil der Milzpulpe. Die Arterien ver-
sich sehr fein, bekommen die beschriebenen beerenförmigen Anhänge
läschen und lösen sich endlich in Büschel feinster Aestchen, die soge-
Penicilli, auf, welche dann in eigentliche Kapillaren übergehen. Die
d weit und bilden mit ihren feinsten Zweigen ein sehr reiches, kaver-
z. Die Arterienkapillaren gehen in diese weiteren Venenkapillaren nach
berall direkt über (Billroth, Kölliker u. A.). Man nahm dagegen an,
neuerdings wird das Gleiche wieder gelehrt (W. Müller), dass die Blut-
anz analog in offener Verbindung mit dem zellenhaltigen Milzgewebe
wie die Lymphgefässe mit dem Lymphdrüsengewebe, sodass das aus
ien zugeführte Blut durch das Milzgewebe sickern müsste, um sich
en Venen mit den Zellen der Milz — weissen Blutkörperchen — beladen
sammeln, ähnlich wie bei den Lymphdrüsen der Inhalt der Vasa
in die Vasa efferentia hinein gelangt.

t also das Milzgewebe aus sehr mannigfaltigen Elementen zusammen-
Die immer feiner werdenden Milzbalken, die netzförmigen Züge der
en Milzpulpe, die reichlichen Gefäss- besonders Venennetze durch-
ich in ganz ähnlich mannigfacher Weise, wie wir das bei den Elementen
gefunden haben. Im Allgemeinen lässt sich die Aehnlichkeit des Baues
mit den Lymphdrüsen nicht verkennen (Leydig, S. 373).

Lymphgefässe der Milz sind von Tomsa untersucht. Man unter-
uch hier oberflächliche und tiefe. Erstere senden von einem dichten
der Kapsel aus Stämme in die Trabekeln, um mit den tiefen, die mit
ien eindringen, zu anastomosiren. Die Nerven, welche die Milz in
zahl erhält, zeichnen sich durch ihren Reichthum an marklosen (Remak'-
ern aus. Sie verlaufen mit den Arterien. W. Müller und Schweigger-
chreiben ellipsoidische Körper mit einem centralen Kapillargefäss als
dorgane.

W. Müller zeigen die Milzkapillaren in der Regel den Bau ausgebildeter Kapillar-
bisweilen sind sie von unverschmolzenen protoplasmareichen Zellen aufgebaut
ger-Seidel's Uebergangsgefässe). Endlich wird ihre Kontinuität unterbrochen, indem
ogene Wandung in schmale, den Zellen anliegende Streifen sich sondert und in das
tz der Pulpa übergeht. Durch die so entstandenen Lücken strömt das Blut in die
Zellen- und Fasernetzen der Pulpa umfriedigten Hohlräume, die intermediären Blut-
Aus letzteren sammelt sich das Blut in den Venenanhängen, die als siebförmig
chene, lediglich von lymphkörperchenartigen Zellen begrenzte Hohlräume beginnen.

Blutkörperchen des Milzvenenblutes. Im Milzvenenblute hat Funke Modi-
der Eigenschaften der rothen Blutkörperchen entdeckt, welche er als
weis für die Anschauung nimmt, dass in der Milz nicht nur eine grosse
ther Blutkörperchen zu Grunde gehen, sondern dass auch beim Erwach-
Milz ein Herd der Neubildung rother Blutkörperchen sei. Auch hier
den Uebergang farbloser Zellen in gefärbte annehmen zu müssen. Sicher
ss im Milzvenenblute eine sehr viel grössere relative Menge von weissen
rchen vorkommen als in anderen Blutarten. Hirt fand hier auf 70 rothe

ein farbloses Blutkörperchen. Die rothen Blutkörperchen selbst weniger abgeplattet, durch Wasser weit weniger leicht zerstörb Blutzellen, auch sollen sich keine »Geldrollen« beim Senken bilden. Ansicht deuten alle diese Eigenschaften darauf, dass diese eigenthü körperchen des Milzvenenblutes sich noch im Jugendzustan Weiter behauptet er, in der Milzpulpe auch erwachsener Individ Uebergangsstufen von weissen in rothe Blutkörperchen nachweise Auch Kölliker fand hier bei neugeborenen und säugenden Thieren haltige gelbliche Zellen, die der Farbe nach von rothen Blutzellen k scheiden sind, und die er unbedingt für sich entwickelnde Blutzell

Die chemische Zusammensetzung des Milzgewebes. — In dem Gewebe der Mi energischer Stoffwechsel vor sich, wie die grosse Menge von Zersetzungspr mären Körperbestandtheile, die sich in ihr finden, beweist. Von N-losen fi Milchsäure, Bernsteinsäure, flüchtige Fettsäuren; von N-hal Sarkin, Leucin, Tyrosin. Auffallend ist der enorme Eisengehalt d der weit grösser ist, als dass er aus einem restirenden Blutgehalte abgeleitet Daneben findet sich auch sehr viel Natron und wenig Kali. Die chemische Z der Milz eines Mannes fand Oidtmann:

Wasser	75,03
feste Stoffe	24,97
davon organische	24,23
,, unorganische	0,74

In 100 Theilen enthielt die Asche:

Kali	9,60
Natron	44,33
Magnesia	0,49
Kalk	7,48
Eisenoxyd	7,28
Chlor	0,54
Phosphorsäure	27,10
Schwefelsäure	2,54
Manganoxydul	0,08

Das Eisenoxyd ist wahrscheinlich (?) in Verbindung mit Phosphorsäure i keit; doch gewinnt man es verbunden mit einem Eiweisskörper durch Fä wässerigen Milzauszuges mit Essigsäure. Dieser Eisengehalt hat insofern deutung, als er vielleicht mit der Bildung des Haemoglobins zusamme sich nach der vorgetragenen Vermuthung in der Milz die zuerst farblose anfüllen. Es wäre auch denkbar, dass er aus einer Zersetzung hervorginge, dass viele rothe Blutkörperchen in der Milz zu Grunde gehen. Die aus den körperchen entstehenden Farbstoffablagerungen, die Pigmente der Milz haltig.

Die Grösse der Milz ist schwankend nach den verschiedenen Kör Individuums. Alles, was die Blutanfüllung der Unterleibsorgane vermindert, anstauung in der Milz und damit eine Grössenzunahme derselben hervo Breite physiologischer Verhältnisse ist das Milzvolum am kleinsten währen wenn alle Verdauungsdrüsen zur Steigerung oder Hervorrufung ihrer Abs vermehrte Blutzufuhr erfordern. Sobald sich nach der Verdauung die Blu geweide wieder verengern, beginnt die Milz sich zu vergrössern. Auch das gebluteten Drüse nimmt dann zu, Gray und Schoenfeld fanden es 5—15 Nahrungsaufnahme am bedeutendsten.

sollen auch die mit farblosen Zellen gefüllten Milzbläschen am grössten und am gefüllt sein. Man darf vielleicht dabei an eine Verwendung des reichlicheren Nahfes, welcher in dem Blute sich findet, das der Milz zu der angegebenen Zeit zuströmt, gesteigerten Neubildung von weissen Blutzellen und Zellen der Milzbläschen denken. der Füllung und die Grösse der Milzbläschen scheint mit Sicherheit in geradem ss zu stehen zu der Menge des Materiales, das dem Blute in der gleichen Zeit zuged. Bei Hungernden, längere Zeit schlechtgenährten oder kranken Individuen zeigen Milzbläschen viel weniger deutlich als nach reichlicher, nahrhafter Kost.

at. — Ueber den chemischen Stoffverkehr zwischen Milz und Blut ist noch Weniges Das Milzvenenblut zeigt einen höheren Fibringehalt als das Blut der Milzarterie. gerung des Wassergehaltes im Milzvenenblute lässt eine Abgabe fester Stoffe an vermuthen und deutet vielleicht auf die Zerstörung von Blutkörperchen und Abhrer Reste im Milzgewebe. Während der Verdauung, wenn so viele absondernde em Gesammtblute Sauerstoff in gesteigertem Maasse entziehen, findet sich auch stoffgehalt des Milzvenenblutes kleiner als im nüchternen Zustand (Estar und Sain-

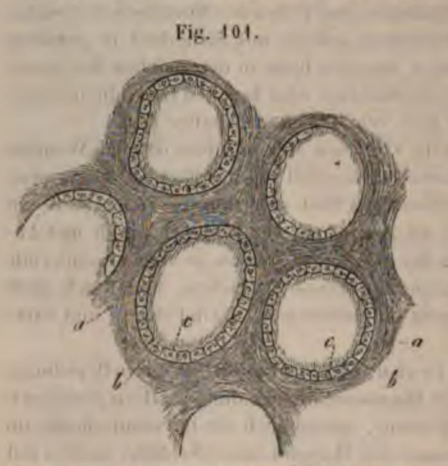
obachtungen H. Ranke's setzen die Harnsäurebildung mit der Milz in Beziehung. mie mit Vergrösserung der Milz ist die Harnsäureausscheidung im Harn gesteigert. elche die Milz abschwellen machen (Chinin), setzen auch die Harnsäuremenge im ab. Es zeigen sich tägliche Schwankungen der Harnsäureausscheidung, welche mit auungsperioden, die auf die Milz von so entschiedenem Einfluss sind, zusammenie Harnsäureausscheidung ist am stärksten in der Zeit nach der Nahrungsaufnahme. rdauungsstörungen sah Lehmann mehr Harnsäure im Harn erscheinen. Das zusamllen mit der Beobachtung Scherer's, dass im Milzsafte sich Harnsäure finde, macht ahrscheinlich, dass wir in der Milz eine Hauptstätte der Harnsäurebildung annehmen

ntwickelungsgeschichte. — Bei allen Wirbelthieren bildet sich die Milz aus einem vergelagerten Abschnitt des Peritoneums. Bei dem Menschen entwickelt sie sich im Monat (Kölliker) im Magengekröse, dicht am Magen aus einer Anlage, die dem mittmblatt (den Mittelplatten) angehört, aus kleinen Zellen. Nach Kölliker treten die schen Körperchen erst am Ende der Fötalperiode auf, nach W. Müller sind sie der Mitte des Embryonallebens an erkennbar. Nach demselben Autor beginnt die g des Peritoneums durch Vermehrung der Bildungszellen für die Milzentwicken in derselben Zeit, in welcher das Pankreas die ersten Sprossen aus seiner Anlage eibt.

ergleichenden Anatomie. — Eine Milz scheint nicht allen Wirbelthieren zuzukommen hioxus und Myxinoiden ist sie nicht nachgewiesen. Sie lagert stets in der Nachbar es Magens, meist am Cardiatheile desselben. Sie erscheint entweder länglich oder n dunkelrother Farbe, hie und da kommen kleinere Nebenmilzen vor, bei manchen rn zerfällt sie in eine Anzahl kleinerer Läppchen. Im Allgemeinen ist der Bau des sehr übereinstimmend (Leydig, Gegenbauer u. A.), und zeigt nur in Beziehung auf pighi'schen Lymphfollikel bedeutendere Abweichungen. Bei den Schlangen und n sind dieselben kugelige lymphzellenhaltige Follikel, nicht mit der Arterienscheide en, sondern von dem Balkengerüste der Milz umschlossen. Hier haben wir also noch die Augen springend eine Zusammensetzung der Milz aus weissgrauen (Lymphdrüsen-) er (Milz-) Pulpa. Bei der Ringelnatter kann zeitweilig die rothe Pulpa ganz fehlen, ie Milz ganz einer gewöhnlichen Lymphdrüse entspricht. Der Zusammenhang der den Lymphdrüsen wird noch durch die weitere Beobachtung Leydig's illustrirt, dass andere Lymphdrüsen gibt, welche theilweise oder ganz rothe Pulpa besitzen, wobei ein dunkelrothes Aussehen wie die Milz zeigen. Solche Lymphdrüsen, von Bau und der Milz analog, finden sich in der Brusthöhle des Schweins nach dem Verlauf der ora cica liegend.

Die Schilddrüse. Geschlossene Drüsenbläschen, $^{1}/_{50}$—$^{1}/_{20}$''' gross,
Drüsenelemente. Sie werden durch Bindegewebe zu grösseren Drusen
zu Läppchen und Lappen vereinigt. Die Drüsenbläschen haben eine eige
brana propria —, welche m
Schicht Epithel von vieleckige
austapezirt ist. Der Hohlrau
wird durch eine zähe Flüssi
klar und etwas gelblich gefärb
in ziemlicher Menge enthält
Schilddrüse zeigt besonders i
so regelmässig pathologische
dass schon daraus hervorgeht
stens dann für das Leben nur
deutung sein kann. Die Bes
Veränderungen gehört in die p
tomie und Chirurgie, wo die
bedeutendere Rolle spielt als i
da ihre Vergrösserungen als k
— so häufig die normale Thä
rationsorgane beeinträchtigt.
zeichnet sich durch einen be
thum an Blut- und Lymphge
Letzterem wollte man schliesse
drüse ein Lymphdrüsen-ähnliches Organ sei. Nach FREY beginnen die L
blinden Kanälen zwischen den Drüsenbläschen.

Fig. 101.



Einige Drüsenblasen aus der Schilddrüse eines Kindes, 250 mal vergr. *a* Bindegewebe zwischen denselben, *b*. Hülle der Drüsenblasen, *c*. Epithel derselben.

Zur Entwickelungsgeschichte und vergleichenden Anatomie. — Die Schilddrüs
Hühnchen nach REMAK aus einer sackförmigen Ausstülpung der Schlundw
nächst in zwei runde, hohle Blasen theilt. An der Oberfläche deuten bald
die Lappen der fertigen Drüse an, die Epithelialwand treibt solide Spro
schnüren und später hohl werden, ganz in analoger Weise wie sich die Bl
förmigen Drüsen bilden (KÖLLIKER). Analog scheint die Entwickelung bei S

Bei dem Menschen erscheint die Schilddrüse aus einem mittleren un
Lappen zusammengesetzt. Bei Hund, Kalb, Pferd etc. besteht die Drü
trennten Lappen zur Seite der Trachea liegend. Bei Fischen liegt das Or
Ende des Kiemenarterienstammes. Bei Amphibien und Vögeln ist es paa
einfach vorhanden.

Die Thymus (Fig. 102). Sie besteht aus Lappen und Läppchen, die
chen werden noch in kleinste Läppchen getrennt, welche aber von den a
chen der traubenförmigen Drüsen sich wesentlich unterscheiden: sie sind ni
solid. Nur die grösseren Läppchen haben meist einen spaltförmigen Hohl
läppchen scheinen im Bau identisch mit den Follikeln des Darms, also wi
Lymphdrüsen. Innerhalb einer bindegewebigen Hülle finden sich in ein
gewebskörperchen jene runden, körnigen, kernhaltigen Zellen eingelagert,
her kennen. Ausserdem finden sich noch grössere grobgranulirte, rundliche
kernige Zellen-Gebilde und koncentrische blasenartige Gebilde (HASSALL).
sich zwischen diesen Zellen ebenfalls auch noch Blutgefässe. In diese Läp
die Lymphgefässe verfolgen, sodass auch hierin eine nicht zu verkennen
mung mit den Lymphdrüsen existirt. Für den erwachsenen Organismus hat
Bedeutung mehr, da sie von der Geburt an stetig abnimmt und endlich ga

Der lymphdrüsenähnliche Bau der beiden letztbesprochenen Organe rech
der Milz in eine Klasse zu stellen, wenn wir es auch nur vermuthen kön
ihrer Funktionirung ihre Thätigkeit mit der der Milz übereinstimmt. Ihre

wird noch dadurch erhöht, dass sich auch ziemlich dieselbe Gruppe von chemischen ngsprodukten und, wie es scheint, in ähnlich reicher Menge in ihnen vorfindet. Neben wöhnlichen Gewebsbildnern: Albumin, Fetten finden sich Thymus (GORUP-BESANEZ) Leucin, Sarkin, Xanthin, Ameisen-ssigsäure, Bernsteinsäure, Milchsäure, Zucker (?) und neben öhnlichen Aschenbestandtheilen thierischer Organe noch iaksalze. Auch in der Thyreoidea des Ochsen fand sich Leu-in, Xanthin, flüchtige Fettsäuren, Milchsäure, Bernstein-Der Leucingehalt der letztbesprochenen Drüsen wird interessant, dass sich ein solcher auch in der Flüssigkeit phdrüsen auffinden lässt, was auf eine Analogie in den hen Stoffvorgängen dieser Organe hindeutet.

Entwickelungsgeschichte. — Die Thymus scheint aus dem Keimblatt zu entstehen. BISCHOFF beschrieb bei 1″ langen bryonen ihre Anlage als zwei zarte, dicht neben einander ftröhre gelegene Streifen, die am Kehlkopf mit der Schild-sammenzuhängen schienen.

Bedeutung der **Nebennieren**, des **Gehirnanhangs**, der **Steiss-** noch ganz unbekannt.

Fig. 102.

Ein Stückchen der Thymus des Kalbes entfaltet. a. Hauptkanal, b. Drüsenläppchen, c. Drüsenkörner vereinzelt am Hauptkanale aufsitzend. Nat. Grösse.

Knochenmark. Das rothe Knochenmark hat als dungsstätte der rothen Blutkörperchen Beobachtungen von E. NEUMANN und BIZZOZERO s eine bisher ungeahnte, wichtige physiologische zuertheilt bekommen. Der Marksaft enthält e Zwischenformen zwischen weissen und rothen rchen.

Marksaft entstammt theils dem eigentlichen Gewebe en Knochenmarks, theils den Blutgefässen. lt reichlich zellige Elemente, theils gewöhnliche rperchen, theils Zellen, die sich von den ersteren durch eine deutlich gelbe Färbung auszeichnen: rothe Zellen. Sie zeigen schon frisch die Kerne, isse sind im Gegensatz zu den Lymphkörperchen ntourirt, die Zellsubstanz erscheint homogen. Sie d und wenig grösser als rothe Blutkörperchen. Sehr wichtig ist nun, geschlossene Kette von Uebergangsformen diese gelben Zellen einerseits Lymphkörperchen, andererseits mit den rothen Blutkörperchen verbin-ese Zwischenformen constatiren, dass von der Peripherie (NEUMANN) oder ne aus (BIZZOZERO) eine Verwandlung des körnigen Protoplasmas der rperchen in die homogene gelbe Substanz stattfindet. So entstehen zu-ie gelben Zellen, welche durch eine Reihe gefärbter Formen, welche alle les Zerfalls des Kerns bis zu seinem Verschwinden zeigen, in rothe Blut-en übergehen. Diese Uebergangsformen entsprechen ganz den embryo-twickelungsstufen der rothen Blutkörperchen, welche sich bei Embryo-falls im Knochenmarke, sowie in Milz und Leber, in bedeutender An-en.

Uebergangsformen befinden sich in den Kapillaren des Knochenmarkes, durch die anatomisch-physikalische Einrichtung die Blutbewegung eine

relativ langsame sein muss. Wie die Lymphkörperchen aus den Kapillaren gelangen, ist noch nicht beobachtet. Seitdem wir da wissen, dass die weissen Blutkörperchen aus den Gefässen auswan steht der Annahme, dass sie auch von aussen in dieselben einz mögen (cf. unten), nichts im Wege. Die active Beweglichkeit der Zellen im Knochenmark ist sowohl für Kalt- als Warmblüter nachge

In dem Knochenmark jeder Alterstufe kommen noch einzelne, grosse (bis lose Zellengebilde vor, von oft bizarrer Form und mit 30—40 Kernen: vielkernige Riesenzellen.

Das gelbe Mark der Röhrenknochen verdankt seine Farbe den Fettze nach Berzelius bis zu 96% aus Neutralfetten. Das rothe Mark findet s physen, in den platten und kurzen Knochen. In einem spärlichen Gerüste w sind die zelligen Elemente, die Lymphkörperchen, eingelagert.

Die kapillaren Blutgefässe in dem Knochenmark beschrieb Neu lich wie Billroth die der Milz. Die feinsten Arterien sollten sich, in dem s werden, trichterförmig erweitern, die Venen sollten wieder aus diesen w durch allmälige fortschreitende Erweiterung hervorgehen. Die Kapillaren blinde Sprossen, die ganz an die ersten Anlagen neu sich bildender Gefäs neueren Angaben, die sich auf das Verhalten des Knochenmarkes bei einem chenen Fall von Leukämie (myelogene Leukämie) beziehen, beschreibt Ne der feinsten Arterien des Marks aus lose zusammengefügten, langen, delzellen gebildet. Es fanden sich nur arterielle Gefässe in der auffalle Substanz: das einströmende Blut ergiesst sich von den Arterienästen aus dire reiche Pulpa und vertheilt sich in derselben in regellosen Bahnen, um schlie lichen Bestandtheilen aus ihr gemischt in die venösen Abfuhrkanäle überzut die unreifen, rothen Zellen in die Blutbahn gelangen, also ganz an Milz (cf. S. 371).

Zu bemerken ist noch, dass die Blutgefässe (Kapillaren und Venen) des der Sommerfrösche nach Bizzozero auf lange Strecken ganz mit weissen Blut gefüllt sind, auch die Markkapillaren junger Kaninchen zeigen sich an weis chen auffallend reich.

Dr. Salkowski hat Hypoxanthin und Ameisensäure aus dem Markgew Nach Berzelius enthält das rothe Markgewebe in der Diploe 75,5% Wasser, Stoffe mit Proteinstoffen und Salzen, aber nur Spuren von Fett.

Diapedesis, Austritt von Blutkörperchen aus den unverlet wandungen. — Hier, wo von Entstehung und Untergang der Blutkörperch mögen die Beobachtungen Cohnheim's ihre Stelle finden, welche uns lehren, da als farblose Blutkörperchen, zunächst wenigstens unter krankhaften oder abn nissen aus den Blutgefässen, indem sie die Wand derselben durchsetzen, können. Steigerte Cohnheim durch Abschluss der venösen Blutbewegung den deutend, so sah er zunächst das Plasma, dann aber auch die zusammengedrück chen, wie eine (halb-) flüssige Masse ausgepresst werden und dann ihre Ge nehmen. Bei Entzündungsprocessen verlassen die weissen Blutkörperchen Gefässe, in deren Randschichte des Blutes sie sich angehäuft, unter amöboid die Wand durchsetzend. Frei erscheinen sie dann als Eiterkörperch weissen sollen auch einige rothe die Gefässwand verlassen, was man durch Salzlösungen auf nackte Gefässe in reichlicherem Maasse erzeugen kann (Pr denkt bei der Auswanderung der weissen Körperchen zunächst an Filt Auch an grössere vorgebildete Gefässöffnungen: Stomata hat man gedacht; die Wandungen der Milz- und Markgefässe zu erinnern, die aus lose an ein Zellen gebildet sein sollen (cf. oben).

eiligung der Leber an der Bildung der rothen Blutkörperchen. Im Lebervenen-
n sich eben solche rothe »jugendliche« Blutkörperchen, wie sie FUNKE im Milz-
beschreibt. Vielleicht gelangen sie in die Leber von der Milz aus. Bemerkens-
s, dass wir in der Leber wie in der Milz neben diesen Zeichen einer Blutkörper-
bildung noch weit sicherer einen Zerfall derselben nachweisen können. Wie in
die Pigmentanhäufungen, die blutkörperchenhaltigen Zellen auf einen Zerfall
lassen, so muss, wie schon oben angeführt, der massenhaft in den Leberzellen
Galleforbstoff, der nach den chemischen Untersuchungen zweifelsohne ein Ab-
des Blutfarbestoffs ist, in uns die Vorstellung erwecken, dass hier ein massen-
fall von Blutkörperchen stattfindet, der dann für die Galle den Farbstoff liefert.
ahme, dass in der Leber Blutzellen zu Grunde gehen, wird durch die Beobachtung
ützt und wahrscheinlicher gemacht, dass durch die Galle Blutkörperchen aufgelöst,
erden, wovon W. KÜHNE künstlich zur Erzeugung des krystallisirbaren Blutfarbe-
sinnreiche Anwendung gemacht hat.
sn fand einen Unterschied in der Gerinnung zwischen Pfortader- und Leber-
ut. Letzteres sollte nicht oder nur sehr wenig gerinnen, BROWN-SÉQUARD fand
terschied nur dann, wenn die Leber Galle secernirte. Nach KÜHNE tritt die Ge-
tets, aber immer nur langsam ein, wie bei allem sehr dunklen, kohlensäurereichen
stoffarmen Blute. Das Lebervenenblut nach LEHMANN ist um 8—9% ärmer an festen
ie das Pfortaderblut, was vor allem auf einer Zunahme in den festen Bestandtheilen
n Blutkörperchen zu beruhen scheint, da die Unterschiede zwischen dem Wasser-
s Serums nur 2—3% betragen. In 100 Theilen des festen Rückstands war enthalten

	Pfortader:	Lebervene:
Fett . . .	3,4	2,1 (Pferd.)
	5,0	3,0 (Hund.)
Zucker. .	0,01 —0,05	0,63 —0,89 (Pferd.
		0,7 —0,8 (Hund.)
Eisen . .	0,213—0,164	0,140—0,112 (Pferd.)

Die Gesammtblutmenge.

esammtblutmenge beträgt nach den Bestimmungen von BISCHOFF
WELCKER'schen Methode bei gesunden lebenden erwachsenen Männern
teten) $^1/_{13} = 7{,}7\,\%$ des Gesammtkörpergewichts. Man pflegt hier ge-
auch die Bestimmungen WELCKER's über den Blutgehalt des Neugebore-
führen, obwohl diese an todten Individuen angestellt wurden, sie er-
$^1/_{19} = 5{,}2\,\%$ des Körpergewichts.
r die Veränderung der Blutmengen je nach dem verschiedenen
schen oder pathologischen Körperzustande, die für den Arzt von der aller-
endsten Bedeutung sein würden, sind noch wenig Untersuchungen an-
orden. Ueber den letzteren Punkt haben wir nichts weiter als die Beob-
extremer Fälle von Seiten der Aerzte, welche gewisse Kennzeichen der
und Anämie aufgestellt haben. Versuche an Thieren haben mir u. A.
dass jüngere, kleinere Thiere derselben Thierspecies wie einen relativ
Stoffwechsel, so auch eine relativ grössere Blutmenge als ausgewachsene
Es nimmt die Blutmenge, und damit der Stoffwechsel, von dem Jugend-
an, d. h. mit steigendem Körpergewichte relativ ab. Dass aber diese
nach der Geburt zunächst eine Zunahme der Gesammtblutmenge vor-
scheint nach den citirten Beobachtungen WELCKER's für den Neu-

geborenen wahrscheinlich. Auch PANUM fand öfters die relative Blutm geborener Hunde geringer als die erwachsener.

Sehr fette, gemästete Individuen haben die relativ gerings menge (J. RANKE). Die Blutmenge sowie der Stoffwechsel solcher Indi damit ihr Nahrungsbedürfniss zeigen sich absolut geringer als bei nicht von sonst ähnlicher Körperkonstitution. Da bei dem weiblichen Gesc Fettansatz meist ein bedeutenderer ist als bei dem männlichen, so wir sprechend im Allgemeinen bei dem weiblichen Geschlechte die Blutmen sein als bei dem männlichen.

Gewisse Einflüsse setzen die Blutmenge herab. Ich konnte ei Verminderung der Blutmenge durch starke Muskelleistung nachweise heiten haben gewiss einen analogen Erfolg. Man muss sich hierbei eri eine Verminderung der Blutmenge auch in der Art eintreten kann, das körperchen, das Haemoglobin oder im Allgemeinen die festen Stoff abnehmen, die Gesammtquantität des flüssigen Blutes könnte dabei glei Alle Körperzustände, welche den Körper fleischreicher machen, vermeh scheinlich seinen Blutgehalt: Fleischnahrung scheint nach den Beol über Ernährung (VOIT) auch die Menge der Blutkörperchen des Blute mehren. Muskulöse Thiere haben relativ mehr Haemoglobin im Blute weniger muskelkräftige. An den krankhaften Veränderungen in der Z setzung der Gewebe nimmt auch das Blut Antheil; nach den Beobacht SCHOTTIN und J. RANKE steht der Wassergehalt des Blutes in einem dir hältniss zum Wassergehalt der Gewebe, je wasserhaltiger letztere, desto dieser. Krankheiten, Marasmus machen das Blut und die Gewebe sodass sie dadurch indirekt die Blutmenge vermindern.

Nach grösseren Blutverlusten stellt sich die Blutmenge sehr rasch indem zunächst unter dem verminderten Blutdruck die Absonderung d Galle, Harn (J. RANKE u. A.) stillsteht, und das Blut mehr Flüssigke Gewebssäften aufnimmt. Durch Blutverluste wird auch der Durst ges auch eine vermehrte Flüssigkeitsmenge dem Blute zuzuführen nöthigt. hängt der Durst nach sehr anstrengenden Allgemeinkrämpfen auch mit diese nachgewiesenermassen gesetzte Verminderung der Blutmenge zu

Nach PANUM nimmt bei fortgesetztem Hunger die Blutmenge et selben Verhältniss ab, wie das Gesammtkörpergewicht, die procentis der Blutkörperchen und des Haemoglobins wird dabei meist nicht me ändert (VALENTIN, PANUM).

Da der Erwachsene 1/15 seines Körpergewichts an Blut enthält, so beträgt d bei 130 Pfd. Körpergewicht 10 Pfd.

Den Einfluss des Körpergewichts auf die Blutmenge bei Kaninchen ergibt fol nach unseren Untersuchungen:

Kaninchen			Blutmenge in Grammen:	Blutmenge in Procenten:	V
Reingewicht unter	300 Gramm	. . .	18,9	7,4%	
,, ,,	700 ,,	. . .	34,3	6,0%	
Magere Thiere bis	1300 ,,	. . .	69,72	5,5%	
Fette ,, über	1400 ,,	. . .	48,18	3,3%	

Die Blutverminderung bei stärkerem Fettansatz ist ganz enorm und, wie m eine absolute, hier von etwa 70 Gramm auf 48, d. h. um mehr als 30%.

en Arzt bringt die Erkenntniss des geringen Blutgehaltes fetter Organismen eine für die mannigfachen Erfahrungen, dass fettreiche Körper eine geringere Energie thätigkeiten und Widerstandskraft gegen äussere störende Einflüsse entwickeln. it dem Blute solcher Patienten, wie es ihm die praktische Beobachtung schon bis-rieb, möglichst sparsam verfahren, er wird daran denken, auch in Krankheiten isskost ihre Blutmenge und damit die Energie ihrer Körperfunktionen zu steigern. nnern hier noch einmal daran, dass nach unseren Beobachtungen die Grösse des els in direktem Verhältniss zur Blutmenge steht. Was in dieser Beziehung im n gilt, gilt auch für jedes einzelne Körperorgan (cf. folgenden §.).
erthe, die wir in Uebereinstimmung mit anderen Forschern über den Blut-erschiedener Thiere gefunden haben, sind folgende:

Hunde	6,7%	d. h.	1 : 14,7
Frösche	6,5%	,,	1 : 15,6
Meerschweinchen .	5,8%	,,	1 : 17,1
Kaninchen	5,4%	,,	1 : 18,0
Katzen	4,7%	,,	1 : 21,4

fortgesetzte, übermässig gesteigerte Muskelaktion (Tetanus) wird die Ge-menge nach unseren Versuchen bei Fröschen primär um
26% vermindert.
weisen vergleichende Beobachtungen an Organismen, die von ihrer Muskulatur in eit verschieden starke Leistungen verlangen, den weiteren Satz:
nung an gesteigerte Muskelarbeit, mit der sich der Organismus in's cht der Ernährung zu setzen vermochte, steigert die Gesammtblutmenge, rnde Muskelruhe setzt dagegen die Gesammtblutmenge herab.
t von Fleischfressern (Hunden) ist im Ganzen koncentrirter als das von Nage-ninchen).
ernde Ernährungsstörungen vermindern die festen Blutstoffe um die Hälfte, Fie-, wie es vom Tetanus erwiesen ist (J. Ranke), die festen Blutstoffe zunächst zu

Die Blutvertheilung.

der Anzahl und der Weite der Blutgefässe, welche in die Organe ein-ich in derselben zu Kapillaren auflösen, ist der Blutgehalt der verschiede-des animalen Organismus ein sehr verschiedener. Dazu kommt noch, tmenge, welche ein Körpertheil in der Zeiteinheit erhält, ausserdem r Stromgeschwindigkeit in den Blutgefässen abhängt. Die Weite der l die Blutgeschwindigkeit wechseln nun aber unter dem Einfluss des ms, den wir weiter unten besprechen werden. Weiter ist die Blutge-it noch abhängig von der Entfernung der betreffenden Gefässpartie , von den physikalischen Momenten der Stromverzweigung etc. Na-ter dem Einfluss der wechselnden Innervation der Gefässe wird die ung im Organismus eine sehr schwankende.
h, dass man bei todten, gefrorenen Thieren die Organe ohne Blut-rennt und ihren Blutgehalt bestimmt (nach der Welcker'schen Me-82), kann man die Blutvertheilung im todten Thiere untersuchen. in einzelnen Gliedern und Organen durch gleichzeitige Unterbindung d abführenden Gefässe das Blut zurückhält, kann man nach dem er betreffenden Körpertheile auch bei dem lebenden Thiere die Blut-studiren.

Bei derartigen Versuchen an lebenden Thieren kann z. B. eine E mit all dem in ihr enthaltenen Blute vom Körper abgetrennt werden. S vorzüglich aus Haut, Muskeln, Nerven, Knochen, wir können diese C Bestandtheile des Bewegungsapparates zusammenfassen. bekannten Gewicht und dem bestimmten Blutgehalt des abgetrennten »Bewegungsapparates« können wir annähernd auf den Gesammtblutgeha sammten Bewegungsapparates rechnen, dessen Gewicht leicht zu besti Ist die Gesammtblutmenge bekannt, so kann man daraus weiter annä stimmen, wie viel Blut in den übrigen, nicht dem Bewegungsapparat ang Körpertheilen: »Drüsenapparat und Blutleitungsapparat« enth

Bei ruhenden, lebenden erwachsenen Kaninchen ist grossen Kreislaufsorganen, in der Leber, in den ruhend keln, in den übrigen Organen je $^1/_4$ der Gesammtblutmen halten (J. Ranke).

Die Bewegungsorgane junger Thiere enthalten relativ mehr B Erwachsenen. Die Thiere, welche eine relativ stärkere Muskelleistung in einheit verrichten (Hunde), haben auch ruhend mehr Blut in den Be organen als relativ trägere (Katzen, Kaninchen).

Sehr auffallend sind die Veränderungen der Blutvertheilung durc gende Thätigkeit einer oder der anderen Organgruppe. Zu allen de Organen strömt in Folge der Nerveneinwirkung mehr Blut zu, und Blutstrom durch dieselbe wird beschleunigt. Während der Bewegu bei geruhten, ruhenden Kaninchen im Mittel nur 36,6 % der gesamm menge enthält, sah ich den Blutgehalt derselben bei Muskelthätigkeit bis ansteigen. Auch nach Sistirung der Muskelarbeit bleibt diese Steigerung menge noch einige Zeit bestehen: so erhebt sich der absolute Blutgeha wegungsapparates bei Fröschen durch fortgesetzte Muskelkrämpfe um Bei gesteigerter Thätigkeit der Drüsenapparate, z. B. in der Verdau dem Bewegungsapparat Blut entzogen, das den stärker arbeitenden Dr Schleimhäuten in gesteigerter Menge zuströmt.

Da auf der Menge des dem Organe zukommenden Blutes c. p. di des Organstoffwechsels beruht, so muss nach dem Gesagten der Stoffwech Organe zu- und abnehmen, je nachdem es stärker oder weniger stark Indem die thätigen Organe den zu derselben Zeit ruhenden Organen da damit die Stoffwechselgrundbedingungen relativ entziehen, so ist w Steigerung des Stoffwechselvorganges bei der Thätigkeit eines Organes Organgruppe gleichzeitig in den ruhenden Organen der Stoffwechsel un sprechende Grösse vermindert. Man bezeichnet diese Abwechselung in der Funktionirung, die zunächst auf der wechselnden Blutvertheilung b Thätigkeitswechsel oder Funktionswechsel der Organe

Folgende kleine Tabelle gibt uns Mittelzahlen über die Blutvertheilung gungsapparat und im Drüsen- und Blutleitungsapparat bei verschie ren während des Lebens (J. Ranke).

	Hund:	Kaninchen:	K
Gesammtblutmenge in Procenten des Körpergewichts	6,7 %	5,4 %	4
Blutmenge im Bewegungsapparat			
a) in Procenten der Gesammtblutmenge	41,0 %	36,6 %	28,
b) in Procenten des Organgewichts	3,4 %	2,7 %	1

	Hund:	Kaninchen:	Katze:	Frosch:
Drüsen- und Blutleitungsappa-				
nten der Gesammtblutmenge	59,0%	63,4%	71,4%	69,4%
nten des Organgewichts	24,0%	18,0%	17,9%	27,4%

hen, die ich möglichst rasch und krampflos getödtet hatte und dann, erst worden, gefrieren liess, zeigte sich die Blutvertheilung von der im Zustande hrend des Lebens nicht wesentlich verschieden. Bei solchen todten Thieren utgehalt einer Anzahl von Organen gesondert bestimmt werden, die sich bei den eren der Bestimmung entzogen. In folgender Tabelle stehen die gefundenen bei lebenden und todten Thieren:

	lebendes Kaninchen:	todtenstarres Kaninchen:
lutmenge in Procenten des Körpergewichts	5, 4%	—
n Bewegungsapparat	36, 6%	39,78%
Haut	—	2,10%
Knochen	—	8,24%
Muskeln	—	29,20%
enmark und Gehirn mit den Häuten	—	1,24%
m Drüsen- und Blutleitungsapparate .	63,04%	60,22%
Leber.	24,00%	29, 3%
Nieren	1,93%	1,63%
Milz	—	0,23%
Gedärmen mit Geschlechtsorganen	—	6,30%
z, Lunge und den grossen Gefässen.	—	22,76%

nenge vertheilt sich sonach bei dem Kaninchen in folgender Weise im Körper, on dem blutärmsten Organe an aufsteigen:

	Blutgehalt in Procenten der Gesammtblutmenge:	in Procenten des Organgewichts:
. . . .	0,23%	12,50%
und Rückenmark	1,24%	5,52%
. . . .	1,63%	11,86%
. . . .	2,10%	1,07%
e	6,30%	3,46%
n	8,24%	2,63%
ungen und grosse Blutgefässe .	22,76%	63,11%
e Muskeln	29,20%	5,14%
. . . .	29,30%	28,71%

und hygieinische Bemerkungen. — Schon die älteren Physiologen z. B. Magendie bachtet, dass, wenn die Organe willkürlich oder unwillkürlich thätig sind, sie e Blutmenge erhalten. Wenn ihre Thätigkeit vorherrschend wird, so nehmen , die zu ihnen gelangen, bedeutend an Umfang zu, wenn dagegen die Thätigkeit er ganz aufhört, so werden die Arterien kleiner und lassen nur noch eine kleine zu den Organen gelangen. Diese Erscheinungen sind nach Magendie deutlich an , der Blutlauf wird in ihnen schneller, wenn sie sich zusammenziehen; wenn zusammenziehen, nehmen ihre Arterien an Umfang zu; wenn sie gelähmt sind, in ihnen die Arterien sehr klein und der Puls ist in ihnen kaum mehr fühlbar. derung des Blutstroms durch das thätige Organ im Sinne einer Steigerung der gleichzeitig durch Beschleunigung des Blutlaufs und Erweiterung der Gefäss- o durch Vermehrung des im Organ gleichzeitig enthaltenen absoluten Blutquan- vor längerer Zeit die Versuche Cl. Bernard's an den Speicheldrüsen und neuer- ersuche Ludwig's mit Skelkow und Sadler an den Muskeln bestätigt. Schon

äusserlich sehen wir daher das Volum der Glieder des Menschen bei Muskelarbe Was für die Muskeln und Speicheldrüsen gilt, behält seine Geltung auch für die organe des Unterleibs, auch sie erhalten während ihrer Thätigkeit eine reichli fuhr. Wir sehen bei Thieren, die in der Verdauung getödtet wurden, den gesa stionsapparat reichlich mit Blut gefüllt, geröthet, während die gleichen Organe im erscheinen. Die Magen- und Darmschleimhaut, das Pankreas zeigen diese Verä Blutgehaltes auf das deutlichste. Den Aerzten ist bekannt (FRERICHS), dass bei d die Leber eine vorübergehende, nicht unbedeutende Volumszunahme erfährt, d sache nach primär auf einer reichlichen Anfüllung ihrer Gefässe mit Blut beruh

Wenn die Gesammtblutmenge eines Organismus eine annähernd gleichblei erhalten die übrigen Organe z. B. des Verdauungsapparates entsprechend wenig die Muskelerregung den Muskeln eine gesteigerte Blutmenge zuführt. Darauf be der allen Aerzten bekannte Einfluss, welchen die Muskelbewegung auf Cong z. B. des Intestinaldrüsenapparates ausübt. FRERICHS sagt z. B., dass es meist rigkeit gelinge, mittelst aktiver Bewegung in freier Luft, Reiten etc., Hyperämi zu mässigen oder zu heben. Die Thätigkeit der Muskeln entzieht dem Drüsen Theil des Blutes und hebt dadurch seine überreichliche Blutfülle, darauf beruht grossen hygieinischen Einflusses, den die aktive und passive Muskelbewegung: n e n, Fusswanderung etc. ausübt. Umgekehrt sehen wir bei der Verdauung die selben von Blut strotzen, es muss das anderen Organen, vor allem dem Beweg entzogen werden. So erklärt sich die allgemeine Erfahrung, dass die Fähigkeit de Arbeitsleistung während der Verdauung herabgesetzt ist. Der Muskel enthält Verdauung weniger Blut als sonst während seines Ruhezustandes, es steht Material zur Kräfteerzeugung durch Stoffumsatz in geringerer Quantität zu Geb entsprechen Congestionen und Hyperämieen einzelner Organe und Körperthei und Blutarmuth an anderen Orten.

Schon oben wurde erwähnt, dass Blutarmuth z. B. durch Blutverluste die keit herabsetzt; schon nach verhältnissmässig kleineren Blutverlusten, bei dene keit der Muskeln und Nerven noch wenig alterirt war, sah i c h die Ausscheidu und Harn sistiren. Muskelaktion, die dem Drüsenapparat Blut entzieht, sah i c Harnausscheidung beträchtlich herabsetzen. Bei der Harnausscheidung folgte Verminderung nach dem Aufhören der Muskelaktion eine Steigerung. Bluthal sind im Stande eine grössere Gesammtarbeit zu leisten als weniger bluthalti Aus diesen Bemerkungen mag die hohe physiologische und pathologische Wi Regulirung der Blutvertheilung einleuchten.

Die Blutmengenbestimmung und Transfusson.

Von der Färbekraft des in den Blutkörperchen enthaltenen rothen Farb B l u t m e n g e n b e s t i m m u n g Anwendung gemacht worden.

Die Furcht der meisten Menschen bei dem Anblick von Blut, dessen Me Erschreckliche gross erscheint, das starke Färbevermögen des Blutes, welch Tropfen eine bedeutende Wassermenge in eine stark rothe Flüssigkeit zu ver Kleider, besonders weisse Wäsche, in grosser Ausdehnung zu durchtränken vermag, tragen gemeinschaftlich die Schuld, dass man Blutverluste in ihrer überschätzte — Verwundete schwimmen im Blut! — und danach eine viel zu menge im Organismus annahm. WRISBERG schätzte die Menge Blut, die ein an blutung gestorbenes Weib verloren hatte, auf 26 Pfund; in BURDACH's Physiol Blutmenge, die man aus dem Körper eines Enthaupteten gewonnen hatte, auf gegeben. Man schätzte die Blutmenge des Menschen auf etwa $\frac{1}{5}$ des ganzen Kör Nach den oben erwähnten Untersuchungen, die hierüber BISCHOFF angestellt

ltniss bei dem Erwachsenen ein weit geringeres wie 1 : 13. Bei Neugeborenen sinkt 1 : 19 (WELCKER).

se Blutmengenbestimmungen sind nach der Methode von WELCKER gemacht, die von u diesen Ermittelungen versuchten Methoden die genauesten Resultate giebt. VALEN- te die Blutmenge dadurch zu bestimmen gesucht, dass er bei einem lebenden Thiere lutentziehung machte und die entzogene Blutmenge und den procentischen Wasser- desselben bestimmte. Nun spritzte er eine bestimmte Menge Wasser in die Blut- ein. Nachdem er annehmen konnte, dass sich Wasser und Blut im Kreislaufe voll- n gemischt hatten, entzog er eine neue Blutprobe, in der er wieder die Wassermenge nte. Diese zweite Probe sagte aus, um wieviel durch die bekannte eingespritzte enge der Gesammtwassergehalt des Blutes zugenommen hatte. Ein einfacher ansatz ergab ihm aus diesen Daten die Gesammtblutmenge. Die Resultate nach ethode sind aber nicht zuverlässig, da man nicht genau weiss, ob wirklich eine ssige Mischung des Wassers mit dem Blute eingetreten ist, und weil sicher das ver- Blut sogleich in gesteigerten Diffusionsverkehr mit den Geweben tritt und dadurch ünstlich veränderten Wassergehalt sofort wieder auf den normalen Stand zurückzu- estrebt ist.

h WELCKER's Methode wird zuerst eine Blutprobe entzogen, gemessen und ihr speci- Gewicht bestimmt, oder man wiegt die Blutprobe direkt auf einer chemischen Wage. utmenge verdünnt man mit einer bestimmten Menge Wassers. Aus dem zu untersuchen- nismus wird dann durch Ausfliessenlassen, Ausspritzen der Gefässe und Auslaugen der ten Gewebe mit Wasser aller Blutfarbestoff ausgezogen. Man bekommt dadurch eine er weniger roth gefärbte Flüssigkeit, deren Menge man bestimmt. Davon bringt man in llelwandiges Glasgefäss eine Probe. In ein genau gleiches Glasgefäss, — es können Nothfall auch zwei Probirröhrchen von der gleichen Weite und demselben Glase die- sodass die auf ihre Färbung verglichenen Flüssigkeitsschichten immer ganz gleich d, bringt man eine kleine, gemessene Menge der mit wenig Wasser verdünnten Blut- nd verdünnt diese solange mit gemessenen Wassermengen, bis es genau die gleiche at wie die »Waschflüssigkeit«. Die Menge der Waschflüssigkeit ist bekannt, die Ge- enge der Blutprobe mit dem zugesetzten Wasser ebenfalls. Wir wissen, in dieser st neben so und so viel Wasser so und so viel Blut. Procentisch muss das Wasser- tverhältniss in beiden Flüssigkeiten, der Waschflüssigkeit und der Probeflüssigkeit, he sein, da ihre Färbung die gleiche ist. Eine sehr einfache Rechnung mit einer nten Grösse ergiebt uns die gesuchte Blutmenge in der Waschflüssigkeit, zu der ie zuerst zur Probe entzogene Blutmenge hinzu gerechnet werden muss. Da das che Gewicht des Blutes bestimmt wurde, so lässt sich Volum leicht auf Gewicht be- und so das Blutgewicht mit dem Körpergewicht vergleichen. — Die Methode ist sehr genau. Es thut ihr keinen wesentlichen Eintrag, dass das venöse Blut stets eine rössere Färbekraft besitzt als das arterielle, und dass auch die anderen Blutarten darin hiede zeigen. Man kann einen Theil der daraus entspringenden Fehler vermeiden, an die Blutprobe aus gleichen Theilen arteriellen und venösen Blutes mischt.

ORDT hat aus der Umlaufszeit der Gesammtblutmenge, aus der Blutmenge, welche mmersystole entleert, und aus der Zahl der Systolen die Blutmenge des Menschen Gramm = 10 Pfund berechnet. Seine Methode, die unten noch erwähnt werden ebt sonach das gleiche Resultat wie die WELCKER'sche, sie bestätigen sich gegenseitig.

Transfusion. Die Blutmenge kann, ohne dass dadurch das Leben beeinträchtigt nicht unbedeutende Schwankungen erleiden. Es ist das aus den Aderlässen bekannt, e frühere Zeit in der medicinischen Praxis so vielfältig in Anwendung brachte.

er ein bestimmtes Maximalmaass darf aber der Blutverlust nicht gehen, ohne das in seinem innersten Kerne zu bedrohen.

Blutkörperchen und das in ihnen enthaltene Haemoglobin haben die Aufgabe, dem smus aus der Luft die nöthige Sauerstoffmenge zuzuführen. Verlassen diese Sauerstoff-

sammelvorrichtungen in grosser Anzahl den Körper, so tritt zuerst Sauerst
schliesslich mit Nothwendigkeit Erstickung ein, wenn die restirende Blutkör
dem Sauerstoffbedürfniss des Organismus nicht mehr genügt.

Die Krämpfe, welche die Verblutung begleiten, sind Erstickungskrämpfe.

Wir sehen bei Verblutenden das Bewusstsein schwinden. Die Herzbewegung
das Blut nimmt an Fibrin zu und erhält in hohem Maasse die Neigung zu ge
Momente erhalten vielfältig durch Blutung hoch bedrohte Leben. Indem de
Herzstoss das entstehende Blutgerinnsel von der blutenden Gefässöffnung nic
zustossen vermag, wird diese verschlossen und der Organismus erhält Zeit,
an Blutkörperchen durch Neubildung derselben wieder zu ersetzen.

Seit den Versuchen, die im Jahre 1657 von Christoph Wren veranlasst
den Aerzten bekannt, dass es möglich ist, das Leben verblutender Thiere dur
frischen Blutes anderer Thiere in ihre Venen zu erhalten.

Die grössten Physiologen aller Zeiten haben sich mit der **Bluttransfu**
die in der neuesten Zeit vor allem durch das Verdienst Martin's auch in die är
eingeführt wurde. Bei Verblutungen, besonders im Wochenbette, denen d
hülflos gegenüberstand, ist das Mittel der Transfusion ein souveränes. Bei viele
und Vergiftungen wird wohl die Folgezeit die Bluterneuerung vom grössten N
wir werden sogleich unten einen derartigen Fall zu erwähnen Gelegenheit h
nöthig, dass sich der Arzt mit der Technik der Bluteinspritzung vollkommen ve
ehe er sie anzuwenden gezwungen ist.

L. von Belina Swiontkowski hat die Literatur und die verschiedenen Method
fusion zusammengestellt.

In der letzten Zeit hat die Frage der Transfusion von Seite Panum's eine ern
Bearbeitung gefunden.

Zur dauernden Erhaltung des Lebens kann nur Blut derselben Species f
dienen. Dem Menschen darf nur Menschenblut eingespritzt werden. Es ze
dass bei verbluteten Thieren durch Einspritzen von Blut einer anderen Spec
tionen des Lebens für einige Zeit in normaler Weise zurückkehren. Diese Thie
nach einigen Tagen an unstillbaren Blutungen zu Grunde. Diese rühren ni
dass man fibrinfreies Blut eingespritzt hatte. Panum räth zur Transfusion nu
Blut an. Nach kurzer Zeit zeigt sich, wenn Blut derselben Species eingesprit
Fibrinmangel ersetzt.

Die Bluttransfusion nützt nicht als Ernährungsmittel. Verhungernde
Panum durch Bluteinspritzung nicht am Leben erhalten.

Verhalten des Blutes gegen giftige Gasarten.

Wir haben das Verhalten des Blutes einigen Gasarten gegenüber noch zu
zwar zum Theil in reiner Luft nicht vorhanden sein sollten, die aber oft genu
des Blutlebens Veranlassung geben. Man bezeichnet die betreffenden Gasart
als giftige: Kohlensäure, Kohlenoxydgas, Stickstoff, Stickoxydgas, Schwefel
Die Wirkung dieser gasförmigen Stoffe auf das Blut ist grundverschieden.

Wenn wir Thiere in einer Stickstoffatmosphäre ersticken sehen, so hat da
nicht etwa in einer giftigen Wirkung auf den Organismus, wie die Bezeichn
voraussetzen lässt. Die Erstickung tritt nur ein, weil die für die Erhaltung
Blutzusammensetzung nöthige Sauerstoffzufuhr zu den Blutkörperchen in
atmosphäre fehlt. Das Oxyhaemoglobin verwandelt sich in reducirtes Haemog
zwar die **Fähigkeit** zur Sauerstoffbindung und damit zur normalen Ge
noch besitzt, aber keinen Sauerstoff findet, um damit wieder Oxyhaemoglobin
ist also bei Stickgas nur der **Sauerstoffmangel** allein, der erstickend wirkt
reines **Wasserstoffgas**, das Niemand ein Gift nennt. Auch die Wirkung
säure auf das Blut ist z. Thl. von dieser Art. Doch treten bei gesteigerter Kohle

mosphäre und gehinderter Ausscheidung derselben aus dem Blute, Vergiftungs-
ne ein, welche auf Störungen des centralen Nervenlebens beruhen.
as anders gestaltet sich die giftige Wirkung des Schwefelwasserstoffgases.
ierbei tritt ein Sauerstoffmangel im Blute ein, aber aus anderen Gründen. Das Oxy-
lobin hat die Fähigkeit, seinen Sauerstoff an leicht oxydirbare Substanzen abzugeben,
h dabei in reducirtes zu verwandeln. Es wird daher der mit dem sauerstoffhaltigen
stoff in Berührung kommende Schwefelwasserstoff oxydirt. Der Wasserstoff dessel-
d unter Beschlagnahme des Sauerstoffs im Blute in Wasser verwandelt, wobei sich der
l ausscheidet. Der Schwefelwasserstoff setzt dadurch (ROSENTHAL und KAUFMANN)
uf andere Art als die vorher genannten Gase einen Sauerstoffmangel des Blutes und
dessen in entsprechender Quantität eine wahre Erstickung. Die Blutkörperchen,
Haemoglobin verlieren primär durch ihn nicht die Fähigkeit der Sauerstoffaufnahme.
ng färbt der ausgeschiedene Schwefel das Blut gelbgrün. Im lebend mit Schwefel-
off vergifteten Organismus kann es nicht zu den weiteren Zersetzungen des Blutes
chwefelwasserstoff kommen, welche schliesslich zu einer Schwärzung desselben
Sobald das Leben aufgehört hat, wird ja durch die Athmung auch kein Schwefel-
off mehr dem Blute zugeführt. Wie Schwefelwasserstoff verhält sich Phosphor-
stoffgas, das sich im Blut zu phosphoriger Säure reducirt (DYBKOWSKY). Auch
und Antimonwasserstoffgas scheinen analog zu wirken (HOPPE-SEYLER).
enoxydgas und Stickoxydgas gehen mit dem Blutfarbestoff ganz analoge Ver-
gen ein, wie es der Sauerstoff thut, was bei dem optischen Verhalten des Haemo-
chon besprochen wurde. Das Stickoxydgas ist seit den Untersuchungen seiner be-
den Wirkungen durch H. DAVY vielfältig auf seine physiologische Bedeutung geprüft
DAVY glaubte, dass der in ihm enthaltene Sauerstoff vom Organismus zu seinen
ungen verwendet, dass es im Blute in Stickstoff und Sauerstoff zerlegt werden
Die Untersuchungungen von L. HERMANN ergaben, dass dem nicht so ist. Das Leben
ch Stickoxydul nur dann nicht beeinträchtigt, wenn es mit Sauerstoff gemischt in's
ngt. Es bildet, ohne dass dadurch Sauerstoff aus dem Blute frei würde, mit dem
obin eine dem Oxyhaemoglobin analoge Verbindung von Stickoxydulhaemo-
. Der Sauerstoff des Blutes verzehrt sich unter der Beimischung des Stickoxyduls
als sonst, indem er Blutbestandtheile oxydirt. Es dringt in das Blut jedoch nur in
menge ein, da es irrespirabel ist (cf. Athmung).
iger als die Wirkung dieses Gases ist die des Kohlenoxyds. Das Kohlenoxyd
t sich, so wie es mit dem Blutfarbestoff im Blute in Berührung kommt, mit diesem
lenoxydhaemoglobin. Der Sauerstoff wird dabei vollständig aus dem
ausgetrieben, sodass mit genug Kohlenoxyd geschütteltes Blut sich ganz sauer-
zeigt. Die Wirkung wird dadurch noch gefährlicher und unter Umständen tödtlich,
mit Kohlenoxydgas beladenen Blutkörperchen nun nicht mehr im Stande sind,
ff aufzunehmen. Das Blut nimmt unter der Einwirkung des Kohlenoxydgases eine
kirschrothe Farbe an, die sich an der Luft in extremen Fällen nicht mehr verändert.
Erfahrung lehrt, dass von diesem giftigen Gase verhältnissmässig grosse Mengen,
e in kleinen Dosen nach einander in das Blut eintreten, keine bedeutenden Störungen
ufen. Auf einmal geathmet würden 1000 Cub.-Cent des Gases hinreichen, den Tod
nschen herbeizuführen. Bei Hunden kann 1/3 der gesammten Blutmenge mit Kohlen-
laden werden, ohne den Tod zu veranlassen. Das Kohlenoxyd verschwindet rasch
aus dem Blute, es scheint, dass es in Kohlensäure verwandelt wird. Ist eine Ver-
mit Kohlenoxyd eingetreten, so kann durch fortgesetzte künstliche Sauerstoffzufuhr
ite, durch künstliche Athmung das Leben gerettet werden. Der noch unvergiftete
an Blutkörperchen, der noch Sauerstoff aufnehmen kann, muss so lange funk-
n, bis das Kohlenoxydgas zerstört ist. Ist die Vergiftung eine heftigere, so kann nur
fuhr neuer, lebenskräftiger rother Blutkörperchen durch Bluttransfusion das Leben
n (KÜHNE).

Die Kenntniss der Einwirkung der genannten Gase auf das Blut hat für
weittragende Bedeutung. Die Vergiftungen in Gährkellern durch Kohlens
trinen durch dasselbe Gas und Schwefelwasserstoff; durch ausströmend
gas und Kohlendunst, in denen sich Kohlensäure und Kohlenoxydul fin
auf dem geschilderten Verhalten des Blutfarbestoffs und der rothen Blutkörp
diese Gasarten. Das Kohlenoxydgas ist oft in nicht unbeträchtlichen Meng
gase enthalten, und dessen giftige Wirkungen beruhen zumeist auf dieser
HENRY fand es bis zu 12.3 %. PELIGOT fand in einem Leuchtgase 28 % dieses
fes! genug, um eine ärztliche Aufsicht bei der Gasröhrenlegung zu rechtfertig
wo Gasgeruch bemerkt wird, muss sofort der in der Leitung eingetretene Le
und verschlossen werden. Man hat Erfahrungen, dass das Leuchtgas, das
Röhren ausströmt, sich unterirdisch weit verbreiten und, indem es sich in ent
häuser zieht und dort ansammelt, Ursache von Erkrankungen der dortigen Be
den kann. Ueber irrespirable Gasarten und indifferente Gase bei Athmung.

Nachweis des Blutes, Blutuntersuchung.

Die Erkennung, ob eine verdächtig gefärbte Flüssigkeit aus Blut besteht ode
enthält, ist in gewöhnlichen Fällen mit dem Mikroskope leicht. Letzteres wir
teristischen Blutscheibchen mit ihrer Färbung zeigen, die kaum mit einem an
verwechselt werden können, so lange sie in ihrer Gestalt nicht alterirt sind. Da
aber nicht unschwer ein, wie schon oben bei der Erwähnung der Wirkung s
geringerer Koncentration der die Blutkörperchen umgebenden Flüssigkeit ange
Durch Wasserentziehung werden die Körperchen zu zackigen, sternförmig
während sie in sehr verdünnten Flüssigkeiten kugelig aufschwellen und ein
allen Farbstoff austreten lassen. Man muss diese Veränderungen kennen, u
täuschen zu lassen. Im verwesenden Blute verschwinden die Blutkörperchen
es tritt an ihre Stelle eine körnige Masse.

Eine mikroskopische Unterscheidung, ob das Blut vom Menschen oder vom
stammt, ist meist nicht möglich, da die Blutkörperchen der letzteren keine
qualitativen Unterschiede von ersterem zeigen. Nur das Kameel und kame
haben ovale Körperchen mit einem Kern. Aehnlich sind die rothen Blutkörperc
Fische und Amphibien, die unter sich nur Grössenunterschiede erkennen l
Fällen, wo das leicht zu verschaffende Hühner-, Tauben- oder Fischblut für
z. B. bei Krankheitssimulation — für Blutbrechen oder Bluthusten, oder für M
Hymenalblut — ausgegeben werden soll, kann also die mikroskopische Unte
Werthe sein.

Manche pflanzliche Gebilde sind den Blutkörperchen sehr ähnlich, wor
Umständen zu achten hat. In einer blutig gerötheten, anscheinend stark mit B
Erde fand ERDMANN mikroskopische, den Blutzellen ähnelnde Körperchen, we
Alge: Porphyridium cruentum Naegeli herrührten.

Ist das Blut eingetrocknet, so gelingt es manchmal durch Aufweichen m
Blutkörperchen zum Vorschein zu bringen. Regelmässig soll das nach der V
GWOSDEW gelingen, der eine Mischung von Aether und Amylalkohol anw
die Blutkörperchen in nahezu normaler Form wieder sichtbar macht. Es ka
Gemisch auch die Frage entschieden werden, ob der Blutflecken von faulem oder
herrührt. In Flecken aus faulem Blute treten nur feine Körnchen, keine Blutsche

Man hat in den Veränderungen, welche der Blutfarbestoff unter der Einwirk
salz mit Essigsäure erleidet, eine sehr scharfe chemische Probe auf
allem für gerichtliche Zwecke verwendet wird: die Haeminprobe.

Eine sehr geringe Menge trockenen Blutes — stecknadelkopfgross — reicht
probe hin. Man mischt das Blutpulver mit etwas wenigem — kleine Messer

nd zerreibt beide zusammen sehr fein. Dann breitet man einen Theil der Mischung uf ein Objektglas zu mikroskopischem Gebrauche aus, legt ein Deckgläschen darüber st nun einen Tropfen wasserfreier Essigsäure (Eisessig) von aussen zufliessen. Nun nt man über einer möglichst kleinen Flamme auf dem Objektglase schwach, bis die ure eben Bla- werfen be- und lässt Minuten ab-

zeigt das Mi- zwischen Krystallen chsalz und rem Natron chwarze Krystalle von Haemin in grösserer oder ge- Anzahl (Fig. 103). Hie und da ist die Krystallisa- ht eingetreten, neuer Essigsäurezusatz und neues en bringt sie dann hervor. Flüssiges Blut giebt talle nicht, nur eingetrocknetes, mag es vorher ul oder gekocht gewesen sein.

Fig. 103.



TEICHMANN'sche Krystalle.

Fig. 104.



Krystalle des Haemin.

Haemin ist nach HOPPE-SEYLER salzsaueres Haematin, dass in Essigsäure ohne ng löslich ist (Fig. 104).

r empfiehlt zu forensischen Zwecken auch die optische Blutprobe. Man bedarf dazu s winzigen Fleckchens vertrockneten Blutes, den man in einem Tröpfchen Wasser Die Lösung lässt man in eine feine Kapillare aufsteigen, die man in den Spalt des kops der Länge nach einfügt. Die beiden Absorptionsstreifen sind vollkommen eristisch bei einer ursprünglichen Blutmenge von $^1/_3$ Cub. Millimeter. Die Modifika- welche der Blutnachweis in gerichtlichen Fällen erfahren muss, sind sehr mannig- vorauf hier nicht eingegangen werden kann. Erschwert wird der Nachweis des Blutes isenrost, wenn sich das Blut auf einem Stahl- oder Eiseninstrument befindet. Man n Stahl mit dem Flecken in kaltes Wasser; Farbstoff und Eiweiss, das hier in lös- Zustande vorhanden ist, lösen sich allmälig mit Hinterlassung des Faserstoffes auf, der Stahl sitzen bleibt und mit dem Fingernagel abgelöst werden kann. Bei der Lösung ch ein rother Streifen auf den Boden der Flüssigkeit, die dann weiter untersucht werden alpetersäure schlägt in ihr Eiweiss nieder. Hat sich Rost mit gesenkt, so kann dieser t werden, durch ein möglichst kleines Filtrum. Auch auf Zeugen bleibt nach der des Blutfleckens das Fibrin zurück, was für gerichtliche Zwecke wichtig scheint, häufig die Blutflecken auf Wäsche etc. von Menstrualblut ableiten will (S. 365). Der ff fehlt meist auch dann, wenn das Blut z. B. unmittelbar auf das Hemde ausgeflossen d sich von da aus in die Weste oder ein anderes Kleidungsstück eingesaugt hat.

Nachweis des Kohlenoxyds im Blut geschieht nach HOPPE-SEYLER auf optischem urch die Unveränderlichkeit der Kohlenoxyd-Haemoglobinstreifen durch reducirende Nach MASIA verschwindet das Kohlenoxyd rasch aus nicht damit gesättigtem Blute. t man nach HOPPE-SEYLER kohlenoxydhaltiges Blut mit mässig koncentrirter Natron- n Ueberschuss, so entsteht nicht wie im gewöhnlichen Blute sogleich eine schwarz- schmierige Masse, sondern eine zinnoberrothe: gefälltes Kohlenoxydhaemoglobin.

nwasserstoff (Blausäure und Cyankalium) geht nach HOPPE-SEYLER und PREYER ne Verbindung mit Haemoglobin ein, was aber die Giftwirkung derselben nicht zu n scheint, da PREYER die Existenz dieser Verbindungen im Blute mit Cyankalium und re vergifteter Thiere nicht nachweisen konnte.

Aerztliche Bemerkungen. Blut in Krankheiten. — Bei Erstickten gerinnt das Blut
der Mangel der Gerinnung bei vom Blitz Erschlagenen scheint ein Beobachtungs
Nach Schwefelsäurevergiftung soll das Blut manchmal sauer reagiren

Bei Gelenkrheumatismus, Pneumonie etc., soll das Blut mehr
scheiden, es bildet eine Speckhaut (S. 348). Wo sich mehr Fibrin ausschei
auf einen grösseren Reichthum des Blutes an fibrinogener Substanz, da alles B
stische Substanz im Ueberschuss besitzt. Im leukämischen Blute, über
thum an weissen Körperchen schon referirt wurde, fand SCHERER auffallend v
Hypoxanthin und Glutin (Collagen), KÜHNE macht darauf aufmerksam, da
kommen von Collagen die weissen Blutzellen zu den Zellen des Bindegewebes
zu setzen scheint, deren Funktion die Bildung eines kollagenen Gewebes ist.
es auch aus, den Eiterzellen Glutin darzustellen. In der Cholera wird das Blu
arm, theerähnlich, ebenso nach allen starken Diarrhöen z. B. der Säuglinge
der Cholera nimmt das Blutserum aus den Körperchen Kalisalze und Phosph
Menge in den Blutkörperchen entsprechend abnimmt. Bei der bekannten Giftig
salze, kann eine solche Anhäufung derselben im Serum an den Krankheitsersc
Cholera z. B. den Krämpfen nicht unbetheiligt sein. Auch die Harnstoffmenge
zu, es findet sich in allen Organen Harnstoff, der auch massenhaft im Schweiss
wird. Bei Arthritis steigt in der Regel der Harnsäuregehalt des Blutes.
dass das Blut der Arthritiker in einem Uhrglase direkt mit etwas Salzsäure ver
hineingelegten Wollenfaden Harnsäurekrystalle absetzt. Bei Urämie (siehe
sich im Blute alle Harnbestandtheile an, die Kalisalze scheinen besonders an de
sich zu betheiligen. Bei Icterus lässt sich Gallefarbstoff durch die GMELIN
im Blutserum direkt nachweisen, auch geringe Mengen gallensauerer Salze fin
Diabetes fand man das Blut oft stark zuckerhaltig. Ueber Veränderung des W
des Blutes cf. auch oben S. 378.

Elftes Kapitel.

Die Blutbewegung.

I. Das Herz.

Allgemeine Beschreibung der Blutbahn.

Bewegung des Blutes beginnt im Herzen und kehrt, nachdem sie die ler Gefässe durchlaufen, wieder zu ihrem Ausgangspunkte zurück, sie in Kreislauf und geschieht immer in derselben Richtung. Der Haupt-gsantrieb geht vom Herzen aus, das als doppeltes Pumpwerk in den kt der Blutbahn eingesetzt ist.

Blutbahn beginnt mit einem einfachen, röhrenförmigen Gefässe — Aorta tes aus der linken Herzhälfte entspringt; sie verzweigt sich in der Folge und verbreitert sich dadurch bedeutend, da die Querschnitte der aus nfachen Gefässe entspringenden Zweige in der Ueberzahl der Fälle grösser der Querschnitt des einfachen Gefässes war. Die Zweige werden immer d schliesslich zu den sogenannten Kapillaren, welche die kleinsten Ge-hnitte regelmässig umspinnen und in hohem Maasse geeignet sind, mit ebsflüssigkeiten in Diffusionsverkehr zu treten. Während die grösseren durch ihren inneren Epithelbeleg während des Lebens für Flüssigkeiten durchgängig sind, unterscheiden sich die Wände der Kapillaren von den embranen im Wesentlichen nicht, setzen also auch den Diffusionsströmen össeren Hindernisse wie jene in den Weg. Alle Abgabe von Blutbestand-n die Gewebe erfolgt durch die geschlossene Kapillarwand, ebenso, mit ne der Lymphe, auch die Einnahmen in das Blut. Die breiteste Stelle ssbahn, das Kapillargefässsystem, verschmälert sich endlich dadurch dass die Kapillaren sich zu grösseren Stämmchen vereinigen, die dann kehrter Weise, als die oben geschilderte Verzweigung vor sich ging, er grösseren Stämmen zusammentreten und in die rechte Herzhälfte, von der linken durch eine Scheidewand vollkommen getrennt ist, ein-

Man nennt diesen eben beschriebenen Weg gewöhnlich den grossen uf, doch mit Unrecht, da das Blut hier zwar zum Herzen, aber noch seinem wahren Ausgangspunkte zurückgekehrt ist, erst die ganze Blut-det einen in sich geschlossenen Cirkel. Um diese zu vollenden, wird das dem rechten Herzen durch das zweite Hauptgefäss: die Lungen-

arterie, A. pulmonalis in die Lunge getrieben, wo es ein zw
gefässsystem zu durchlaufen hat, aus dem es in mehreren Gefäs
Herzen wieder zuströmt, um dann von dieser seiner Ausgangsstelle
und Kreislauf von Neuem zu beginnen. Im Gegensatz zu dem gro
wird die Bahn des Blutes durch die Lungen von der rechten zu
kammer missbräuchlich als kleiner oder Lungen – Kreisla
(Fig. 105).

Fig. 105.



Kreislaufschema. *k* Arterie des grossen Kreislaufs, die sich bei *l* in die Kapillaren auflöst, *m* die daraus entspringenden Venen des grossen Kreislaufs, die bei *a* in den rechten Vorhof einmünden, *g* Lungenarterie, *h* Lungenkapillaren, *i* Lungenvenen, die bei *d* in den linken Vorhof einmünden.

In den beiden Abschnitten des Gefä
grossen und kleinen Kreislaufe sehen w
zur Auflösung der Bahn in die Kapillargefäs
weg, dann, nachdem sie die Kapillaren p
dem Herzen zuströmen. Die Gefässe, w
centrifugal zu den Kapillaren führen, heis
und kleinen Kreislaufe Arterien; die Ge
centripetal von den Kapillaren zum Herzen
werden als Venen bezeichnet.

Aus dem linken Herzen strömt in de
grossen Kreislaufes hellrothes, arteri
Geweben zu. In den Körperkapillaren ver
Farbe des Blutes, indem es Sauerstoff an di
giebt und dafür Kohlensäure in sich aufs
dadurch dunkelrothes venöses Blut.
Blut strömt in den Venen zu dem rechten H
Die Haupterneuerung des Blutes, die dem i
den Gewebsflüssigkeiten dunkel geworden
arterielle, hellrothe Farbe wieder ertheilt, g
Lunge. Das Gefäss, welches das noch d
venöse Blut aus dem rechten Herzen der L
wird nach dem oben angeführten Grunds
Gefässe, welche das Blut vom Herzen wegfü
heissen, als Lungenarterien bezeichn
aber kein arterielles, hellrothes, sondern du
Blut. In den Lungenkapillaren geht die wi
und Eigenschaftsänderung des Blutes vor sich.
venen, welche das Blut aus den Lungen zu d
zen zurückführen, enthalten sonach nicht venöses, sondern hellrothes, a

Die Gesammtblutmenge hat die besprochenen zwei Kapil
durchfliessen. Ein Theil des Venenblutes, und zwar das aus den
Milz und des Darmes stammende, wird in einem kurzen Venenstamm
ader, vereinigt, die sich in der Leber noch einmal zu einem Ka
auflöst, das sein Blut in den Lebervenen von neuem sammelt
untere Hohlader dem rechten Herzen zusendet. Dieser Antheil des
setzt also ein dreifaches Kapillarsystem, ehe es zu dem linken Herz
rückkehrt. Man bezeichnet oft missbräuchlich diesen Theil der S
Blutes als: Pfortaderkreislauf.

Sehen wir von der Pfortader ab, so zerfällt die gesammte Blut
symmetrische Hälften, in eine, welche arterielles Blut, und

öses Blut führt. Das arterielle Blut fliesst von den Lungenkapillaren Herzkammer und von da zu dem Körperkapillarsystem, das venöse t dagegen von dem letzteren Kapillarsysteme aus zu den Lungenkapil- h die rechte Herzkammer. Linke und rechte Herzkammer sind funk- gewissem Sinne so vollkommen von einander geschieden, dass man sie kurz als linkes und rechtes Herz bezeichnet. Beide Hälften der Blutbahn o sonach etwa in der Mitte ihres Verlaufes je ein Herz als Pumpwerk tet, das die Bewegung des Blutes in ihnen besorgt.

tdeckung des Kreislaufs. — Die Erkenntniss des Blutkreislaufes, ohne die eine eigent- enntniss der organischen Vorgänge im Körper der Thiere und Menschen unmög- ist erst eine verhältnissmässig sehr neue Errungenschaft der Physiologie. Das und das Mittelalter hatten von diesem Vorgange keine Ahnung. Hippokrates le blutführenden Gefässe Adern. In dem ihm zugeschriebenen Buche über die che Natur sehen wir die aufgezählten vier Hauptgefässpaare nicht einmal mit dem ihrer nothwendigen Verbindung. Das erste Gefässpaar entspringt im Nacken und wärts, das zweite beginnt am Kopfe, bildet am Halse die Drosseladern und endet sssohle; das dritte verläuft von den Schläfen durch die Brustorgane zum Mast- s vierte beginnt an der Niere, geht durch die Lungen nach den Armen bis zu den beugt aber von da zu den inneren Theilen des Leibes zurück. Aristoteles' Lehre Allgemeinen mit der des Hippokrates in Beziehung auf die Blutgefässe überein. die Luftröhre Arterie. In einem späteren, dem Aristoteles wohl fälschlich zuge- en Werke (Arist. de spirit.) wird aber erst die so lange herrschend geblie- icht über die Arterien aufgestellt. Man unterschied sie von den Venen und be- , dass sie, wie die Luftröhre, nicht Blut, sondern Luft führten. Die Lungenvenen len »belebenden Lufthauch« von der Lunge her, und dieser ergiesst sich in die Arte- ch der Lehre Galen's enthalten die Arterien nicht blosse Luft, sondern nur ein reineres, luftartigeres Blut als die Venen, aus denen sie übrigens gespeist werden. rrthum, welcher dieser Anschauung der alten Zeit zu Grunde lag, und sich wäh- ganzen Mittelalters erhielt, war der, dass man das Blut sowohl in den Arterien als enen vom Herzen weg fliessen glaubte. Berengar 1502—1527 Professor in Bo- tdeckte zuerst an einigen Punkten die Klappen in den Venen, welche eine Bewegung gkeit in ihnen nur dem Herzen zu gestatten. Fabricius von Aquapendente beschrieb ppen 1574 in den meisten Venen des Körpers. Vorher schon hatte Michael Servetto Bewegung des Blutes aus dem rechten Herzen durch die Lungen in das linke Herz t, während man sonst ein Durchschwitzen desselben aus der rechten in die linke mer durch die Scheidewand annahm. Die Entdeckung des eigentlichen Gesammt- s der Blutbewegung war aber dem grossen Engländer Wilhelm Harvey aus Falkston 78, gest. 1657) vorbehalten. Siebzehn Jahre der Forschung hatten in ihm die Lehre islaufe zur Gewissheit erhoben; er trat damit im Jahre 1619 öffentlich hervor und e Rückkehr des Blutes durch die Venen und schliesslich durch die Hohlvenen in te Herzkammer. Das Blut strömt von hier zu den Lungen, von ihnen neubelebt n Herzkammer, welche es dann durch die Arterien nach allen Theilen des Körpers t. Schon 1630 trugen W. Rollfink, 1637 Ren. Cartesius die neue Lehre in Deutsch- Frankreich vor. Wir werden in einem späteren Capitel sehen, in wie inniger Be- diese grösste Entdeckung in der Physiologie zu einer kaum minder grossen: der elung des inneren Vorganges der Athmung steht.

Physiologische Anatomie des Herzens.

beginnen unsere specielle Betrachtung des Kreislaufes mit dem Central- sselben, mit dem Herzen, dessen aktive Zusammenziehung die Kraft

liefert, welche das Blut durch die Arterien und Kapillargefässe in die presst. Das Herz ist eine Druckpumpe.

Es ist Sache der Anatomie, den entsprechenden Bau des Herze Einzelheiten zu schildern. Für unsere Zwecke genügt es vorerst, zu das Herz ein muskulöser Schlauch ist, der in vier Hohlräume zerfällt, je zwei, Vorkammer und Kammer, direkt in einander münden, von andern aber durch eine vollkommene Scheidewand getrennt sind. mündungsstellen der Vorkammern in die Kammern, sowie an den Anf der aus den Herzkammern entspringenden beiden grossen Arterien: Pulmonalis stehen ventilartige Klappen, welche im normalen V Blutbewegung nur in dem Sinne des Kreislaufes gestatten, indem sie Rückwärtsströmen vollkommen widersetzen.

Die Gesammtgrösse und das Gewicht des Herzens ist ziemlich Schwankungen unterworfen. Im Mittel wiegt es (Krause) etwa 10 schwankt normal zwischen 7 und 15. Bei Frauen ist es im Durchsc kleiner als bei Männern, überhaupt hängt die Herzgrösse auf das der Gesammtentwickelung des Organismus und der Muskulatur zusa

Das Herz ist in eine seröse Hülle: den Herzbeutel, Perikar gestülpt, dessen inneres Blatt die Aussenfläche des Herzens überzieht.

Im Innern werden alle vier Herzhöhlungen von einer Fortsetzun Gefässhaut: dem Endokardium ausgekleidet, das an den Vorhö und wesentlich zu deren Elasticität beiträgt. Zwischen dem viscerale Herzbeutels und dem Endokardium liegt die Muskulatur des He Bündel sind roth und quergestreift wie bei den Skeletmuskeln, Herzbewegung nicht dem Willen unterworfen ist. Die Herzmusku eine Zwischenstellung zwischen der quergestreiften Stammmuskula glatten Muskulatur ein. Die Muskelschläuche scheinen hier im schmäler als in den willkürlichen Muskeln, das Sarcolemma meist auch die Querstreifung ist sehr oft durch eine körnige Trübung des Primitivmuskelschläuche verwischt. Das Zwischenbindegewebe ist wickelt, sodass man weniger wie bei anderen quergestreiften Muske sonderte Muskelbündel nachweisen kann. Die mikroskopischen Mus sind sehr eng mit einander verbunden, und es fällt bei ihnen die Ers Theilung und Verbindung von Muskelschläuchen mit einander durch kürzere Verbindungsstücke auf, sodass die mikroskopischen Muskelel förmig verbundene Reihen darstellen. Die Herzmuskelfasern (Musk gehen aus einer Verschmelzung einzelner reihenweis angelagerter (Kölliker, Aeby). Eberth hat gezeigt, dass auch im ausgebildeten Herzmuskulatur der Wirbelthiere (Menschen) eine Sonderung der ein von einander fortbesteht. Die die Muskelfasern zusammensetzend mehrkernigen Zellen zeigen ihre Kerne central gelagert, sie sind Scheidewände von einander getrennt und verbinden sich durch Ze der angegebenen Weise mit Zellen neben ihnen verlaufender Reihen Seydel) (Fig. 106). Sie mögen mit zu der mannigfaltigen Durchk Bewegungsrichtungen der Herzmuskulatur beitragen. An den Herzk die Muskulatur in mehreren Lagen über einander, besonders das l

Wandungen ausgezeichnet, das rechte Herz ist weit dünnwandiger. age an den Vorkammern ist verhältnissmässig nur spärlich.

rlauf der Muskelfasern des Herzens ist kelt. Sicher ist es, dass Vorkammer- ermuskulatur gänzlich von einander ge-, während die Fasern von einer Herz- die andere übergehen. Beide Vorhöfe Ventrikel arbeiten darum stets gleich- rend Vorhöfe und Ventrikel sich unab- n einander kontrahiren können. Die stelle der Herzmuskulatur liegt vorzüg- Einmündungsöffnungen der Vorkam- ie Kammern und der Ausmündung der wo sich jene dichten sehnigen Ringe fin- he die genannten Oeffnungen umkreisen Annuli fibrocartilaginei bekannt Muskelfasern der Vorhöfe gehen ebenso er Kammern von einer Hälfte auf die er. Die Scheidewand der Vorhöfe ge- ren Fasern sowohl dem rechten als dem rhofe an. Auch die Kammerscheide- der Muskulatur der beiden Kammern aftlich. Nach KÖLLIKER ist die Musku- len Kammern im Allgemeinen so angeordnet, dass die Fasern sich der inneren als äusseren Fläche in ihrem Verlaufe durchkreuzen und dazwischen Uebergänge aus der einen in die andere Richtung erkennen e Muskeln entspringen an den Klappenringen (Ostia venosa und Aorten- onalmündung) theilweise mit kurzen Sehnen, theilweise direkt, ver- en in verschiedenen Richtungen: entweder schief, der Länge nach oder en sich, nachdem sie in einer der angegebenen Richtungen einen grösse- kleineren Abschnitt der Kammern umkreist haben, wieder zurück zu sprung, in dessen Nähe sie sich wieder ansetzen. Sie bilden also fast chleifen (Fig. 107), die sich in ihren Richtungen auf das Mannigfal- chkreuzen und fast alle mehr oder weniger um sich gedreht sind. Ein Theil n gelangt nicht mehr ganz zu ihrem Ausgangspunkte zurück, sondern ch in die Papillarmuskeln um, welche endigen an den Sehnenfäden der Chordae tendineae). Für die spiralige Anordnung der Muskelzüge ist der hrscheinlich in entwickelungsgeschichtlichen Momenten zu suchen, da ingliche Herzschlauch bei seiner Ausbildung nicht allein eine schleifen- Biegung sondern auch eine Spiraldrehung erleidet, durch welche die ich vorhandenen Längs- und Querfasern eine entsprechend ver- ichtung ihres Verlaufes annehmen müssen (SCHWEIGGER-SEYDEL). Bei ien scheint ebenfalls die Muskulatur auch im entwickelten Zustand auf rechtwinkelig kreuzende Schichten zurückgeführt werden zu müssen, nen die äussere cirkular verläuft.

Fig. 106.

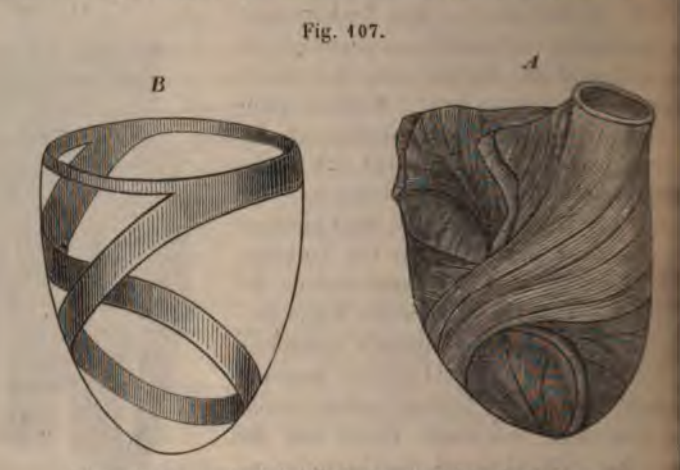


Anastomosirende Herzmuskelfäden in der Längslage. Rechts sind die Grenzen der einzelnen Zellen und ihre Kerne halb-schematisch eingetragen.

Endokardium überzieht die ganze vielgestaltige Innenfläche des mit allen Hervorragungen und Klappen. Letztere, welche aus Binde-

gewebe mit eingelegten elastischen Fasernetzen bestehen, werden auf den Flächen von dem Endokardium gedeckt, sodass man noch bis g Rand drei gesonderte Lagen an ihnen unterscheiden kann. Am R

Fig. 107.



Schema des Faserverlaufs der Herzkammermuskulatur (nach Ludwig).

schmelzen letztere. Das Endokardium überkleidet dort die faserig noch mit Epithelzellen. Das Endokardium ist von weisser, sehnen und lässt drei Schichten unterscheiden: ein Epithel aus vieleckig streckten, kernhaltigen, platten Zellen, welche eine mehr oder we Lage elastischen Gewebes bedeckt, das sich besonders in den Vorka zwar am meisten in der linken verdickt zeigt. Eine schwache Bind befestigt das Endokardium an seine Unterlage. Im Innern der Herzk es so dünn, dass überall die natürliche Farbe der Muskeln durchschim auch hier lassen sich die drei Schichten noch nachweisen. Nach S Seydel betheiligt sich auch Muskelgewebe, und zwar glattes und quer an der Endokardiumbildung. Die glatten Fasern sollen zwischen den Lamellen liegen.

Die Blutgefässe, welche das Herz selbst mit Blut versorgen, mit ihren Kapillaren in rechteckigen Maschen häufig nicht nur eine w anderen quergestreiften Muskeln, sondern mehrere der dünnen, mikr Muskelfasern. Auch in die Klappen gelangen kleine ernährende Gefäs wie in das Peri- und Endokardium. Die Venen gehen in die Kapillaren über, indem mehrere kapillare Gefässchen sofort zu einem dicker chen zusammentreten, was den Abfluss des Blutes wesentlich muss. Lymphgefässe lassen sich im Peri- und Endokardium als weitmaschige Netze nachweisen, einzelne Lymphgefässe dringen a Klappen ein (Eberth). Nach Schweigger-Seydel ist auch die Musku reich an Lymphgefässchen, die theils röhrenförmig mit den oben Netzen zusammenhängen, theils spaltartig (Henle), aber mit einem d gefässendothel analogen Häutchen ausgekleidet, ein sich mannigfach des Canalsystem zwischen den Muskelfasern bilden.

Ueber die Nerven folgt das Nähere unten.

des Herzfleisches. — Die chemische Zusammensetzung des Herzfleisches stimmt im
en mit der der willkürlichen, quergestreiften Muskeln überein. Wir werden bei
ichung der Aenderung der chemischen Zusammensetzung des Muskelfleisches durch
angene bedeutende mechanische Leistungen (Kontraktionen) erkennen, dass das
wie ein stark angestrengter Muskel verhält, was bei seiner rastlosen Thätigkeit
auffallen kann. Es zeigt vor allem konstant einen ziemlich viel höheren Wasser-
ls die übrigen Körpermuskeln. E. BISCHOFF fand in den Stammmuskeln eines Hin-
n:

feste Stoffe	24,3%
Wasser	75,7%

rzfleische:

feste Stoffe	20,8%
Wasser	79,2%

che Verhältnisse finden sich bei allen Säugethieren. Der Fleischsaft des Herzens
eichnet durch das Vorkommen einer nichtgährungsfähigen Zuckerart: des Inosit
welche in anderen Muskeln noch nicht mit Sicherheit erwiesen scheint. Er erinnert
ss auch die angestrengte Stammmuskulatur eine Zunahme ihres Zuckergehaltes
den ruhenden Muskeln erkennen lässt. Man wollte bisher einen grösseren Ge-
erzfleisches an Kreatin aufgefunden haben als in den übrigen Muskeln desselben
GREGORY fand im Ochsenherzen 1,4, im Ochsenfleisch nur 0,6 pro mille Kreatin. Das
ss ist gerade umgekehrt, das Herz enthält weniger Kreatin, dagegen wohl stets einen
n Kreatinin, das den ruhenden Muskeln gewöhnlich fast vollkommen fehlt und
Einwirkung der während der Kontraktion entstehenden sauren Reaktion des Mus-
aus dem Kreatin gebildet scheint. In Beziehung auf die übrige Zusammensetzung
bei den Skeletmuskeln Gesagte.

Die Bewegungen des Herzens.

Herz ist während des Lebens unausgesetzt thätig. Es ziehen sich seine
ern und Kammern in abwechselnden Rhythmus zusammen und er-
erweitern sich wieder. Die Zusammenziehung heisst Systole, die
ng Diastole. Die beiden Vorkammern arbeiten immer gemeinschaft-
hzeitig, ebenso die beiden Herzkammern. Nähere Beobachtungen haben
dass es eine kleine Pause giebt, während deren das gesammte Organ
se Pause folgt auf jede Kammersystole. Während sich dann die Kam-
eitern, folgt auf die Pause eine Kontraktion der Vorkammern, dann eine
was länger dauernde Zusammenziehung der Kammern, auf welche dann
e kurze Gesammtruhe eintritt, nach deren Ablauf die Kontraktionen in
gelmässigkeit wieder beginnen.
rend der Gesammtpause der Kontraktionen saugt sich das Herz
it Blut voll, sodass sowohl Vorkammern als Kammern mit Blut er-
. Die Erweiterung, auf welcher diese Ansaugung beruht, geschieht, ab-
on der unten zu besprechenden Selbststeuerung des Herzens
zum Theil durch die Wirkung der Elasticität des Herzens, — auch ausge-
Herzen erweitern sich noch nach der Kontraktion; — ein Hauptgrund
tenden Erweiterung im unversehrten Organismus liegt aber in dem
Druck, der in der Brusthöhle, in der das Herz mit den grossen Ge-
geschlossen liegt, herrscht. Der Einfügungsmodus der Lungen in dem
ne bringt es mit sich, dass sie, auch ehe sich der Brustkorb bei der Ein-

athmung erweitert, über die natürliche Grenze ihrer Elasticität au
Dadurch wird beständig auf alle in der Brusthöhle selbst liegende
grenzenden Organe ein negativer oder Saugdruck ausgeübt, der d
Organe in den von den ausgedehnten, sich zu verkleinern bestrebt
genommenen Raum hineinziehen muss. Hierin liegt auch der Grun
bei mageren Leuten die Zwischenrippenräume beim Einathmen ei
und warum stets alle Hohlorgane in der Brusthöhle ausgedehnt erl
Sowie die Herzkontraktion nachlässt und den Wirkungen des neg
in der Brusthöhle keinen Widerstand mehr entgegensetzt, dehn
aus und saugt die Vorkammern und Kammern aus den grossen V
voll. Ein etwaiger Rückfluss des Blutes aus den Arterien in das
rend der Diastole durch den Verschluss der Semilunarklappen geh
also die Herzkontraktionen beginnen, ist sowohl in Vorkammern
schon Blut.

Die Systole der Vorkammern wird zuerst an den Ve
als Kontraktion und Verengerung sichtbar, von da schreitet sie
Muskulatur in der Vorkammer fort. Das in der Vorkammer enthal
durch den erhöhten Druck, da ein Rückfluss in die grossen Ve
aktive Verengerung ihrer Mündungen und die entfernteren Venenk
dert ist — an der Koronarvene und der unteren Hohlvene exis
ihrer Einmündungsstelle wahre Klappeneinrichtungen — in die s
haltende Kammer eingepresst, deren Atrioventrikularklappen offen
deren Wände während ihrer Erschlaffung noch einer stärkeren Au
sind. Die Kammer kann also noch so lange Blut in sich aufnehmen,
in Vorhof und Kammer gleich geworden ist. Ein geringer Druck
Gunsten der Kammer reicht dann hin, die Klappen zwischen V
Kammer zu schliessen. Es scheint dieses Uebergewicht zu Gunste
in der Kammer dadurch zu Stande zu kommen, dass gegen Ende d
systole, wenn der Druck auf beiden Seiten gleich geworden ist, die E
kammerkontraktion etwas nachlässt. Das Blut sucht aus der ausgede
zurückzuströmen und presst dadurch die Zipfel der Klappen an ein
folgt die Systole der Kammer, während der Vorhof erschlafft.
der Kammer-Vorkammerklappe wird in Folge davon noch fester,
der durch die Kontraktion gesteigerte positive Druck in der Kamme
zipfel stärker an einander presst; andererseits werden aber au
Kontraktion der Papillarmuskeln, an die sich die Klappenzipfel
fäden anheften, die entsprechenden Klappenzipfel einander
Sehnenfäden der beim Schluss an einander liegenden Klappenthe
meist an demselben Papillarmuskel an, sie werden also durch
tion gegen einander gezogen. Ein vollkommener Verschluss dies
aber, wie angegeben, schon vor der Kontraktion vorhanden, da
der Kammern gar kein Zurückströmen von Blut in die Vorkamm
Die Kontraktion der Kammern steigert den Druck so weit, dass
ten Semilunarklappen der Arterie geöffnet, an die Arterienwand a
den und den Austritt des Blutes aus der Kammer in die Arterie ges
Anfangstheile der Arterie wird durch die stärkere Füllung natür
der Druck bedeutend gesteigert. Sowie die Diastole der Kammer e

ck, wie wir gesehen haben, negativ, sie füllt sich von den Venen her Die Semilunarklappen aber schlagen, durch den in der Arterie nun en Ueberdruck ausgedehnt und an einander gepresst, wieder zusam- ilden einen so vollkommenen Verschluss, dass aus der Arterie kein ut in die Kammer zurückfliesst.

nd im Stande, die Mehrzahl der genannten Vorgänge dem Auge sichtbar . Ein ausgeschnittenes Froschherz schlägt noch Stunden lang fort, aber ugethieren, denen wir die Brusthöhle geöffnet haben, sieht man, wenn Athmung unterhalten wird, die Kontraktions-Erscheinungen des Her- chön, und der in Worten nur schwer anschaulich zu beschreibende ird durch den Anblick leicht verständlich, besonders wenn bei be- Ermüdung des Herzens sich die Kontraktionen langsamer folgen. Bei er Pulsfrequenz nimmt die Kammersystole etwa $^2/_5$, die Diastole etwa zen Periode in Anspruch (Valentin, Landois). Nach Donders variirt bei ng der Pulsfrequenz nur die Dauer der Diastole, während die Systole leibt.

rm- und Lageveränderung des Herzens bei der Kontraktion.

erzkontraktionen sind mit Formveränderung des ganzen Herzens ver- lle Muskeln werden bei der Kontraktion kürzer und dicker, ebenso das Längendurchmesser wird etwas verkürzt, sein Dickendurchmesser von hinten nimmt dabei etwas zu. Die Kammern haben eine kegelförmige deren Basis an der Vorhofsgrenze liegt. Während der Diastole der ist die Gestalt des Durchschnittes der Kammerbasis elliptisch. Der chmesser der Ellipse läuft von vorne nach hinten, der grosse von rechts . Während der Systole verändert sich die elliptische Form in eine , der Querdurchmesser wird also verkürzt, während der Durchmesser nach hinten um ebensoviel vergrössert wird.

r dieser Formänderung wechselt das Herz bei jeder Kontraktion auch Lage im Brustraume. Es steigt etwas nach abwärts und, indem es ne durch den längern Durchmesser der elliptischen Kammerbasis ge- axe dreht, wird die Herzspitze etwas nach vorwärts gerückt. Dieses ten der Herzspitze« ist an ausgeschnittenen, auf der Hinterseite Froschherzen deutlich zu sehen, sodass es also nicht von der Auf- eise des Herzens in der Brust herrühren kann. Auf diesem Andrücken itze beruht der bei den meisten Menschen zwischen der 5. und 6. Rippe e Herzstoss oder Herzschlag. Die Kontraktion, die ihrerseits grösser werdenden Ventrikel aufwölbt, drückt die schon meistens wäh- iastole an der Brustwand anliegende Herzspitze an diese noch stärker ölbt bei mageren Individuen den betreffenden Zwischenrippenraum die Höhe. Fast immer ist der Herzstoss für den aufgelegten Finger Bei tiefer Inspiration rücken die Lungenränder beider Lungen über er, indem sie sich zwischen Brustwand und Herzbeutel einschieben. ann der Herzstoss ganz verdeckt werden. Bei der Exspiration muss er hsten sein, weil dann das Herz, mit einer ziemlich bedeutenden Fläche ungen nicht bedeckt, der inneren Brustwand anliegt.

Zur Untersuchungsmethode. — Zur Aufzeichnung des Herzstosses in gra stellung dienen indirekt die Registrirungen des Arterienpulses, deren M schrieben werden. MAREY's Kardiograph setzt die Bewegung der durch schütterten Brustwandstelle durch eine angelegte Feder, deren Exkursione übertragen werden, in Bewegung eines Schreibhebels um, der auf eine Geschwindigkeit vorüberbewegte Papierfläche (cf. unten Kymographion) K

Die Herzklappen und ihr Schluss.

Das Spiel der Klappen kann bei ausgeschnittenen, künstlich bewegten H höfe man abgeschnitten und in deren Arterien man Glasröhren eingebunden betrachtet werden. Der Uebergang des Blutes aus der Vorkammer in die Ka die venösen oder Atrioventrikular-Klappen — Valvulae ven Nach der Zahl ihrer häutigen Zipfel wird die Klappe des linken Herzens als spidalis oder mitralis benannt, die Klappe des rechten Herzens als spidalis. Diese Klappen bestehen aus drei- und zweihäutigen Lappe Basis schlauchförmig an der Wand der Kammervorhofsgrenze mit ihren fre die Chordae tendineae an den Papillarmuskeln befestigt sind.

Wir verstehen den Bau dieser Klappen am leichtesten, wenn wir uns an stelle an den fibrösen Ringen der Vorhofsgrenze einen zartwandigen Sc Darmstück analog wie bei dem unten zu besprechenden WEBER'schen Kre gesetzt denken, welcher in die Kammerhöhlung frei hereinhängt und Ende durch einige Fäden an die Kammerwand befestigt ist. Füllen wir durch dieses Ventil mit Wasser und suchen es bei verschlossener Arte menpressen des Herzens aus der Eingussöffnung wieder zurückzupressen, nicht, die freien Ränder des Schlauches werden zusammengepresst, die Umstülpen, und je stärker wir drücken, desto fester wird dieser ebenso reiche Ventilverschluss. Es leuchtet ein, dass ein Schluss auch dann no kann, wenn der Ventilschlauch, wie am Herzen, gegen sein freies mit Fäden in zwei oder drei Zipfel gespalten ist; ein gesteigerter Druck wird ihre R zusammenpressen, als wenn ein mit einer kreisförmigen Oeffnung versehe banden wäre. Bei dem Verschluss legen sich die Klappen nicht flächenha schliessende Oeffnung; die geschlossenen Zipfel begrenzen einen in die V kegelförmigen Raum, sodass sich die Höhlung in den geschlossenen Klappen mit einer kegelförmig Kammerlumen herein fortsetzt.

Fig. 408.



Die Semilunarklappen geschlossen. *a b c* Berührungslinien der Klappenränder. *d* Die an einander stossenden Knötchen der Klpapen.

Die Art der Wirkung der taschenförmig an der M rien stehenden halbmondförmigen oder Semil ist leicht verständlich. Der Blutstrom aus der Kamm die Wand anzupressen und macht dadurch den Weg Versucht bei einem Ueberdruck in der Arterie das Bl zurückzuströmen, so buchtet es die sich entgegenstem ventile aus und drückt ihre freien Ränder gegen einan in der bekannten dreiseitigen, sternförmigen Figur a (Fig. 408).

Die Koronararterien, welche dem Herzmuskel entspringen in den Sinus Valsalvae meist so tief, dass von den Klappen, wenn sie an die Wand angepresst werden. Dadurch wird der Bluteintritt während der Kammersystole mehr hindert, er findet während der Diastole statt. Durch das Eindringen von Bl fende Wand turgescirt das Herz wieder, es erfährt dadurch eine aktive Er die Bluteinströmung in den Ventrikel während der Diastole begünstigt

Herzens nach Brücke. Rüdinger zeigte, dass die Semilunarklappen sich niemals e Arterienwandung anschmiegen, es kommt also wohl nie zu einem vollkommenen der Koronararterien, wie es die Theorie Brücke's voraussetzt.

rhöfe entleeren bei der Systole wohl niemals all ihr Blut. Man hat behauptet, ein kleiner Theil durch die Kontraktion auch rückwärts in das Venensystem gerde, was bei krankhaften Verhältnissen den Venenpuls verursacht; doch zeigt ava sup. keine Druckerhöhung gleichzeitig mit der Vorkammersystole im normalen Die Vorhöfe besorgen die prompte Füllung des Ventrikels mit Blut unabhängig erade herrschenden Spannung im Venensystem und den Verschluss der Atriovenppen (Ludwig). Die Vorhöfe wirken auch regulirend auf die Blutbewegung in den dem aus ihnen während der Kammerdiastole das Blut genommen wird, sodass, da nd der Kammerdiastole ihr Lumen verkleinern, die Druckabnahme im Venensystem gere und dadurch der Druck im Venensystem ein annähernd konstanter wird.

Herztöne.

lappenschluss geschieht so rasch und mit solcher Energie, dass dadurch chen, die man zu hören bekommt, wenn man das Ohr in der Herz- f die Brust auflegt, oder ebenso, wenn man das Ohr mit dem frei- schlagenden Herzen bei geöffneter Brustwand durch das Stethoskop ng setzt. Der erste Herzton, der am deutlichsten an der Stelle des s an der 5. und 6. Rippe gehört wird, ist mehr dumpf, andauernd; im dritten Rippenzwischenraum beiderseits vom Brustbeine am schärf- r, ist kurz, klappend, hell. Der erste Ton entspricht der Systole der und hält so lange an als diese. Nach einer viel verbreiteten Meinung durch das Erzittern der während ihres Verschlusses stark gespannten embranen. Man hat ihn auch als Muskelgeräusch, das bei der n des Herzmuskels entstehe, erklärt (Ludwig und Dogiel). Dass wirklich elgeräusch mit betheiligt sei, ergiebt sich wohl daraus, dass man auch ausgeschnittenen blutleeren, schlagenden Herzen den systolischen Ton hst wahrscheinlich betheiligen sich beide Ursachen an der Tonerzeu- n führt man den Finger in das sich kontrahirende Herz ein, so fühlt rend der Systole deutlich ein Erzittern der Klappen, wie es die erstge- rklärung voraussetzt. Der zweite, der Diastole entsprechende Ton, ent- ifellos durch den plötzlichen, klappenden Verschluss der Semilunarklap- rterien.

tzten Mittheilungen über Anlagerung des Herzens an der Brustwand, Herzstoss, sind für die Pathologie und zwar vor allem für die Diagnose der Herzkrankheiten llereinschneidendsten Bedeutung. Die Herztöne ändern sich, wenn eine der Klap- d eine Form- oder Elasticitätsänderung erfährt. Die Klänge verlieren ihre musika- stimmbarkeit und werden zu blasenden, schnarrenden, kratzenden etc. Geräuschen. nderung des ersten Tones ist an eine Erkrankung der venösen, des zweiten an eine iellen Klappen geknüpft. Es ist möglich durch rechts- oder linksseitiges Auscultiren rustwand die erkrankte Klappe noch näher zu bestimmen. Die Darstellung dieser isse wird in einer allgemeinen Pathologie in ausgedehnterer Weise stattfinden müssen wo uns die für die Pathologie und Diagnose wichtigen Einzelfragen ferner liegen. ne einfache Betrachtung des staunenswerthen Mechanismus der Herzpumpe lässt erkennen, wie bedeutend Fehler in den Ventilverschlüssen die Blutcirkulation und Organfunktionen beeinträchtigen müssen.

Aerztliche Bemerkungen. — Mechanische und chemische Einflüs Herzbewegung. Die Herzbewegungen stehen nicht direkt unter dem Einf lens, doch können wir sie modificiren durch willkürliche Veränderungen der nisse in den Lungen und damit im ganzen Brustraume. Ist der auf dem H Druck gering oder negativ, so geht die Ausdehnung des Herzens nach der Syst ligkeit vor sich, die Raschheit und Stärke der Kontraktionen nimmt aber gleic Abnahme des Druckes ab. Bei kräftiger Inspiration wird durch die gesteigert der Lungen, ihr Bestreben sich zusammenzuziehen, und damit der negative Herz vergrössert.

Der gewöhnliche negative Druck in der Brusthöhle kann umgekehrt kü positiven verwandelt werden, indem durch sehr starke Exspirationen mit akti rung des Brustraumes die Lungen zusammengepresst werden. Die Blutbew Venen erfolgt vorzugsweise durch das Ansaugen des Brustraumes; herrscht statt des negativen ein positiver Druck, so wird das Blut nicht mehr anges sich dann in den Venen an. Wir sehen diese Störung des Blutlaufes am leicht ken Hustenanfällen. Diese sind mit krampfhaften, heftigen Exspirationen ver welche der Hustende durch Blutstauung in den Venen blau im Gesichte wird, Stirnvenen anschwellen. Dieser künstliche positive Druck in der Brusthöhle noch sehr gesteigert werden, dass man zuerst viel Luft in die Lungen sa während die Stimmritze verschlossen wird, sodass keine Luft aus der Lu kann, durch starke Ausathmungsbewegungen mit den Exspirationsmuskeln zu verkleinern strebt. Das Herz kann dadurch so zusammengepresst werde nicht mehr auszudehnen vermag. Es steht endlich still, Herztöne und Puls Bei Nachlassen des Druckes kommen die Herzbewegungen langsam wieder in

Der Widerstand, welcher dem Herzen gegen die Austreibung seines Blutes modificirt die Zahl und die Stärke der Kontraktionen des Herzens. Steigerung Drucks vermehrt die Zahl der Herzschläge. Im Allgemeinen sehen wir di Stärke der Herzaktion abhängen von dem Verhältniss der Herzkraft zu windenden Widerstande der Blutmasse (Vierordt). Wenn, wie z. B. bei Ver Herzkraft schneller sinkt als der Widerstand im arteriellen System, so kön einer Minderung des Blutdrucks, eine Pulsbeschleunigung wahrnehmen.

Ausser den mechanischen Beeinflussungen der Herzkontraktionen sehen noch unter dem Einfluss der chemischen Zusammensetzung des B stehen. Eine Reihe von Einflüssen, welche letztere stört, verändert oder ver traktionsfähigkeit des Herzens. Es verhält sich hierin das Herz ganz ana quergestreiften Muskeln. Dieselben Stoffe, die wir dort als Ermüdungsursa nen: Milchsäure und saure Salze, wie sie sich im Safte ermüdeter Muskeln fi auch Ermüdung des Herzmuskels. Entziehung des Sauerstoffs, Ueberladung Erkältung heben wie einige narkotische Gifte die Bewegung des Herzens auf. ins Blut gebracht, führen durch Herzlähmung momentan den Tod herbei. die Einwirkung der Gallensäure auf die Herzthätigkeit wichtig. Schon z Mengen davon im Blute verlangsamen und schwächen den Herzmuskel me erklärt sich die Pulsverlangsamung, die bei frischer Gelbsucht, die in Aufnah das Blut besteht, beobachtet wird (Röhrig). Auch hierin verhält sich das jeder andere quergestreifte Muskel, die alle durch Gallensäuren ermüden. und Erwärmung wirken umgekehrt. Die Aufnahme von frischem, normal eines Thieres in sein Blut bringt keine Einwirkung auf die Herzbewegung he

Im Allgemeinen sehen wir das Leben des Herzens an die gleichen Bedin nährung und des Stoffwechsels gebunden wie das aller anderen Organe. quergestreiften Muskeln z. B. behalten auch die Fasern des Herzens ausgesch nach dem Tode des Gesammtorganismus noch für einige Zeit ihre Erregbark nerven (Ganglien) setzen noch ihre Thätigkeit fort. Darum pulsiren dem H

schnittene Herzen noch einige Zeit. Besonders lange thun das die Herzen hiere. Endlich ermüden sie, ihre Kontraktionen werden langsamer, schwächer, enziehungen der Kammern hören zuerst, endlich auch die der Vorhöfe auf. Reizung: Berühren, Stechen, Elektricität, Wärme etc. lassen sich die Konfänglich wieder hervorrufen. Die Reize wirken leichter von der Innenfläche aus. Namentlich durch Einspritzen warmen, geschlagenen Blutes in die Juvon da in die Herzgefässe kehrt die erlahmende oder schon sistirende Herzeder zurück.

die Beobachtungen der Bewegung der Froschherzen in Gasen anzuführen, die prechenden Versuchen über das Verhalten der Muskeln und Nerven in Gasen über- Am längsten ist das ausgeschnittene Froschherz in reinem Sauerstoff thätig, iñ Stickstoff, Wasserstoff und in dem Vacuum der Luftpumpe (Bernstein u. A.); und Schwefelwasserstoff etc. sistiren die Herzbewegung sehr schnell. Selbstmuss bei solchen Versuchen das Herz vor Verdunstung geschützt sein, tlichen Ursachen der automatischen, rhythmischen Thätigkeit des Herzens nicht, wir wissen nur, dass der Ablauf der Herzthätigkeit bei Warmblütern an heit sauerstoffhaltigen Blutes in dem Kapillarsystem der Herzsubstanz geknüpft handelt es sich hier um die Erhaltung der normalen physiologisch-chemischen der Ganglien, Nerven und Muskelfasern, die bei Warmblütern nur unter der arteriellen Bluterneuerung bestehen kann. Bei Kaltblütern (Fröschen) sehen die Herzbewegung vom Blute stundenlang unabhängig vor sich gehen, wenn lut im Herzen durch 0,7% Kochsalzlösung ersetzt hat.

n bei Temperaturen unter dem Gefrierpunkt des Wassers (bis 4°) und über 30 Pulsationen der Froschherzen aufhören (Schelske, E. Cyon u. A.). Von jenen raden bis fast an die angegebene obere Temperaturgrenze steigt die Kontraktionsschherzens mit wachsender Temperatur. Eine Temperatur über 20—30°C ver-Stärke der Herzkontraktionen, welche bei niederen und mittleren annähernd al ist. Ueber Temperaturreizung siehe noch im folgenden Paragraphen.

Die nervösen Bewegungscentren im Herzen.

ausgeschnittene Herz, getrennt von allen Verbindungen mit rganen des Nervensystems, seine Thätigkeit noch fortsetzt, so muss ntren seiner Bewegung in sich selbst tragen.

. A. fanden in der Muskelsubstanz des Herzens, namentlich in der cheidewand und an der Grenze der Kammern und Ventrikel mikronglien, welche durch Nervengeflechte mit einander verbunden e man als Bewegungscentren des Herzens anspricht. Auch im Hohlnd an der Hinterwand der Kammer finden sich solche Ganglien.

eis für die Thätigkeit der Ganglien bei der Herzpulsation wird vor ie vielfältig angestellten »Schnittversuche« am Froschherzen geführt. bschnitt des Herzens ist der rhythmischen Zusammenziehung nur diejenigen, welche gangliöse Nervencentren enthalten. Diese schnitten fort, während die ganglienfreien Herzabschnitte, z. B. geschnitten in diastolischen Stillstand verfallen (Volkmann, Bidder), f direkte momentane Reizung nur eine einmalige unrhythmische

uche von Stannius, v. Bezold, Goltz u. A. bestätigten die älteren esentlichen, und scheinen noch die weitere Thatsache zu ergeben,

dass die Ganglien der einzelnen Herzabschnitte eine verschiedene
Die Ganglien in der Vorhofsscheidewand scheinen eine hemme
Vagus), die anderen Ganglien eine beschleunigende Wirkung au
zuüben (cf. unter Sympathicus).

Die Hauptversuchsresultate, auf welche sich diese Annahme stützt, si
Wird die Spitze von der Kammer des Froschherzens abgeschnitten od
steht die Spitze still, die Kammerbasis pulsirt fort. Wird der Schnitt ode
zwischen der Kammer und Vorkammer geführt, so schlagen die Vorkamm
ter, während die Kammer entweder erschlafft, (diastolisch) stehen bleibt
viel seltener schlägt als die Vorkammer. Direkte Reize lösen meist eine A
Kammerbewegungen aus. Bei der Unterbindung der Einmündungsstelle
in die rechte Vorkammer tritt für längere Zeit Stillstand des gesammten
ein, die Sinus pulsiren dagegen fort; unterbindet man nun die Atrioventri
ginnt der Ventrikel wieder zu pulsiren (STANNIUS). Abschneiden an den
wirkt analog der Abbindung (v. BEZOLD). GOLTZ zeigte, dass diese Analog
wird, wenn die Schnittführung mit Abhaltung des Luftreizes von der W
schieht. Der letzterwähnte Wiedereintritt der Ventrikelkontraktionen sc
gedeutete Annahme zu begründen, dass in den Vorhöfen bewegungshemme
sinus und den Ventrikeln dagegen die eigentlich rhythmischen Centren lie
letztere die hemmenden Wirkungen überwiegen, nach dem Abschneide
hemmenden Centren von den Sinus abgetrennte Rest der rhythmisch
nicht mehr im Stande sein, die Hemmung zu beseitigen.

Im Allgemeinen ist deutlich, dass die einzelnen Herzabschnitte um
ihren rhythmischen Bewegungen sind, je mehr sie sich der Einmündun
nähern. Mit Recht hat man darauf aufmerksam gemacht, dass sich di
scheinungen nach Schnittversuchen erklärt, wenn man den eintretenden
einer Verletzung und Reizung der zu den Vorhöfen tretenden hemmend
ableitet (cf. folgenden Paragraph). Damit stimmt es überein, dass der
Unterbindung oder Abschneidung der Sinus nur ein vorübergehender ist.

Plötzliche Einwirkung höherer Temperaturen bewirkt auch a
Herzen noch die Erscheinung der Vagusreizung (E. CYON). Wurde abe
sehr stark abgekühlt, so beschleunigt im Gegentheil die plötzliche Tempe
Herzbewegung sehr bedeutend, schliesslich bis zum Stillstand in Systole
Beobachtung ganz entsprechend ist die weitere auch von CYON gemachte
des Herzstillstandes durch Wärmewirkung die Reizung am Sinus nicht meh
Vagusreizung) in Diastole, sondern in Systole hervorruft (nach Vaguslähm

Die Herznerven.

Ausser durch die im Herzen selbst gelegenen nervösen Be
(Ganglien) wird die Herzbewegung noch durch das Geflecht der
einflusst, so lange noch die normalen Nervenbahnen zum Herzen
Herznervengeflecht stammt einerseits vom Nervus vagus, ande
Hals- und obersten Brusttheil des Grenzstranges des Sympathi
Herzen tretenden Vaguszweigen mischen sich auch ursprünglich
cessorius angehörige Fasern bei. Diese Nerven und ihre im ve
und Rückenmark gelegenen Centren rufen, wie wir sahen, di
nicht selbst hervor, ihr Einfluss erstreckt sich auf Abänderunge
und der Stärke der Herzkontraktionen.

rzkontraktion steht unter zwei entgegengesetzt wir-rvösen Einflüssen. Der eine, vom Vagus ausgehend, ver-hemmt bei stärkerer Einwirkung die Herzaktion in Diastole; der leunigt die Herzbewegung und führt bei extremer Wirkung, beson-sschluss des Vagus-Einflusses, zum Stillstand des Herzens in Systole: igende Herznerven (z. Thl. Sympathicus). Beide Nerven-en Herzschlag verlangsamenden, hemmenden (der Vagus wird als rve bezeichnet), sowie die excitirenden Nerven sind als regula-erven zu bezeichnen.

lreichen Nervenbahnen werden normal dem Vaguscentrum (in der ngata) reflektorisch Reize zugeleitet, welche den Vagus bei Säuge-Menschen beständig so weit verengen, dass er einen verlangsamen-auf die Herzaktion ausübt. Nach der Durchschneidung des Vagus Säugethieren nimmt die Zahl der Schläge des Herzens, das nun von n der reflektorischen Hemmung (Vaguscentrum) abgeschnitten ist, bedeutend zu. Ed. Weber machte die Entdeckung, dass künstliche peripherischen Vagusstumpfes die Herzbewegung wieder verlang-rke Reizung zum Stillstand des Herzens in Diastole führt, wobei sich Blut füllt. Nach einiger Zeit beginnt auch bei Fortdauer des Reizes, rmüdung das Herz wieder zu schlagen. Auch während des Vagus-ist das Herz reizbar, örtliche direkte Reizung des Herzens bewirkt nmalige rhythmisch verlaufende Herzaktion.

und Schiff behaupten, dass die herzhemmenden Fasern dem Vagus-dem N. accessorius beigemischt seien. Einige Tage nach dem Aus-elben (im Foramen jugulare) zeigt der Vagusstamm, dessen hemmende iese Weise gelähmt wurden, keine hemmende Wirkung mehr auf das end der intakt gebliebene Vagusstamm der anderen Halsseite eine ungeschwächt erkennen lässt. Nach Heidenhain soll das Ausreissen iusfasern, wie es die Annahme, dass sie die Hemmung besorgen, er-de, meist von einer Beschleunigung der Herzthätigkeit gefolgt sein, chschneiden des Vagusstammes selbst. Schiff leugnet dagegen diese ng.

Weber, der Entdecker der Hemmung der Herzbewegung durch die g, glaubte, im Gegensatz zu den regulatorischen Wirkungen des sympathischen Fasern, welche zu dem Herzen treten, als die otorischen Herznerven auffassen zu müssen. Von dem Sympathikus ewegungsimpulse ausgehen, welche von dem Vagus in ihrer Stärke n Aufeinanderfolge beeinflusst werden. Nach der Durchschneidung ällt dieser regulirende Einfluss weg, und das Herz steht nun noch den eigentlich motorischen Nerveneinflüssen.

A. von Bezold's Untersuchungen ist es nun festgestellt, dass im Hals-ympathikus wirklich Fasern verlaufen, welche durch ihre lie Herzbewegung beschleunigen. Reizt man den Sym-Halse, so tritt eine Beschleunigung der Herzaktion ein, welche nur cht geltend machen kann, wenn die Herzbewegung schon vorher aus ursachen (nahezu) das Maximum ihrer möglichen Beschleunigung er-ie das bei Kaninchen manchmal beobachtet wird.

Ein Centrum excitirender Fasern für die Herzbewegung liegt
BEZOLD in der Medulla oblongata. Ihre Reizung bewirkt eine Beschl
Herzschläge, wenn eine nervöse Verbindung mit dem Herzen durch
mark, die zum Grenzstrang der Sympathikus gelangenden Rami com
das Ganglion stellatum (erstes Brustganglion) und den Grenzstrang
BEZOLD selbst und M. und E. CYON haben die Existenz dieses Exci
trums für die Herzbewegung neuerdings bewiesen, als es durch
THIRY's Beobachtungen bestritten wurde. Diese zeigten, dass nach
dung aller Herznerven durch Reizung der Medulla oblongata eine
des arteriellen Strombettes bewirkt und in Folge davon durch Steiger
derstände (cf. oben S. 400) die Herzbewegung beschleunigt wird. M
im Stande, diese Wirkung vom verlängerten Marke auf die Bluth
aufzuheben, dass man die hier vor allem in Frage kommenden G
die Splanchnici, durchschneidet. Auch dann tritt noch ohne Druckste
Beschleunigung der Herzbewegung ein. Auch ist bei erhaltenen Spl
beschleunigende Einfluss der Reizung der Medulla oblongata ein stä
die Herznerven intakt, als wenn sie durchschnitten sind. Die wichtig
nerven gehen erst unterhalb des zweiten Brustwirbels von dem Rüc
BEZOLD durchschnitt das Rückenmark über ihrem Abgang, und nun
Reizung des oberen Rückenmarks-Endes zwar noch Beschleunigun
aktion, aber keine Drucksteigerung mehr im arteriellen System.

Die excitirenden Nerven treten nach BEZOLD's Versuchen oberhal
Brustwirbels vom Rückenmark zu dem Plexus cardiacus ab. Beim Kaninchen
CYON durch das unterste Halsganglion und die zwei obersten Brustganglien des
Grenzstranges zum Herzgeflecht gelangen.

Die Reizung des Vaguscentrums geschieht normal direkt oder reflek
Sauerstoffmangel und die dadurch gestörte Ernährung bewirkt im Vagus
Accessoriuscentrum einen Reizzustand, der die Herzbewegung verlangsamt,
einige Zeit ganz aufheben kann (in Diastole). Diese Beobachtung kann m
brechung des normalen Athmungsvorganges machen; dass nicht etwa sich
Kohlensäure als Reiz wirkt, scheint daraus hervorzugehen, dass das Herz be
Wasserstoff dieselbe Erscheinung zeigt. Zur Realisirung des Einflusses vom
aus muss natürlich die Verbindung desselben mit dem Herzen, der Vagusstam
Dasselbe Postulat gilt für die Demonstration der reflektorischen Erregung des
in der Medulla oblongata. GOLTZ beobachtete zuerst einen reflektorischen He
mechanischer Reizung der Baucheingeweide beim Frosch (Klopfversuch). Die
nici enthalten die Fasern, deren Erregung hierbei wirksam wird. LUDWIG und
durch Reizung der verschiedensten sensiblen Nerven bei Warmblütern, v. B
u. A. durch Reizung des Vagus der einen Seite, BERNSTEIN durch Reizung d
Halsstrangs des Sympathikus das Vaguscentrum reflektorisch erregen. Aus
schen Beobachtungen geht hervor, dass der sympathische Grenzstrang durch
municantes Fasern an das Rückenmark abgiebt, welche in diesem aufsteige
centrum gelangen.

Der Einfluss der Gemüthsbewegungen auf die Herzaktion
seits in einem momentanen Herzstillstand, der wohl vom Vagus aus (reflekto
telt wird; andererseits tritt bei Erschrecken, Angst eine Beschleunigung der
welche vielleicht durch plötzliche Verengerung der Arterien und dadurch gest
stand in ihnen hervorgerufen wird. Das primäre Erblassen der Haut bei Sch

urch diese Ursache Arterienverengerungen eintreten können. Doch lässt die Er- nach dem oben Gesagten verschiedene Deutungen zu.

schleunigung der Herzbewegung nach Vagusdurchschneidung, welche wirkungslos bald man alle das Vaguscentrum reflektorisch erregenden Nerven vorher durch- hat (Bernstein), zeigt, dass das Vaguscentrum beständig und zwar zunächst reflek- regt wird. Jedoch braucht man sich diesen reflektorischen Erregungszustand nicht rochen (tonisch) vorzustellen. Bezold hat gezeigt, dass eine in mässig schnellem s erfolgende Vaguserregung zur Einleitung der hemmenden Wirkungen schon

rs und Prahl bestimmten die Zeit, welche verläuft, bevor nach der Vagusreizung ngsamende Wirkung beginnt: Latenzstadium. Czermak kann an sich selbst den chanisch durch Druck reizen, elektrisch gelingt seine Reizung am Menschen leicht.

natomie der Herzganglien und Nerven. — Die vom Plexus cardiacus abtretenden Nerven- ten bei Säugethieren unter das Perikardium und in das Septum ventrici, wo sie in der Muskelmasse verlaufen, unabhängig von der Gefässverbreitung. Doppelt kon- asern sind meist nur spärlich vorhanden. Die Nerven sind in Verbindung mit nzellen, die aber nirgends makroskopische Ganglien bilden. Die meisten Gan- en zeigen den Bau der sympathischen Zellen, sie sind unipolar, aus demselben Pole t ausser der geraden Faser auch die Arnold-Beale'sche Spiralfaser (cf. icus). Andere Zellen sind bipolar, und eine dritte Gattung sind die auch anderweitig nenden unipolaren Zellen in bipolarer Anordnung. Zwei birnförmige Zellen liegen n einer gemeinsamen Scheide, mit den flachen, dem Pole entgegengesetzten Seiten der gepresst. Von dem spitzen Ende tritt beiderseits die einfache Nervenfaser ab. gger-Seydel). Was das Verhalten der Nerven zu den Ganglienzellen betrifft, so be- Kölliker, dass der Vagus zu ihnen in keine Beziehung trete, dagegen hat Bidder ngs die Ansicht vertreten, dass die Spiralfasern der Ganglienzellen des Herzens dem ugehören, während die geraden Fasern zur Ausbreitung in der Peripherie bestimmt Remak hat auch in der Herzmuskulatur (Herzohr des Kalbs) Ganglienzellenhaufen n, Friedländer findet in jedem pulsirenden Muskelstückchen des Froschherzens nzellen. Andere Autoren geben dagegen aus der Herzmuskulatur negative Resultate an. lliker und Krause endigen die Nerven im Herzen wie in willkürlichen Muskeln, e blassen, kernhaltigen Endfasern an die Muskelfasern herantreten (Kölliker) und orischen Endplatten« (cf. Muskel) endigen (Krause). Eine Endigung in den Muskel- wie sie Frankenhäuser für die glatten Muskeln behauptete, konnte Schweigger-Sey- das Herz nicht nachweisen. Im Perikardium und Endokardium finden sich Nerven- alog denen in serösen Membranen, in der Bindegewebsschicht zwischen Endokardium kulatur sind gröbere Nervenausbreitungen (Schweigger-Seydel, Schmulewitsch).

ensiblen Fasern des Herzens — das Herz ist empfindlich — verlaufen beim m Vagus, bei den Säugethieren kommen noch andere sensible Fasern dazu, deren wahrscheinlich im Splanchnicus sich finden (Goltz).

Entwickelungsgeschichte. — Das Herz tritt zuerst als eine Verdickung der Faserwand lerdarmes auf, welche von diesem sich ablöst und sich bald zu einem anfangs ge- chlauche umwandelt. Nach Schenk und Oellacher geschieht diese Umwandlung in se, dass sich die zum Herzen werdende Partie der Darmfaserwand an der Bauchfläche lerdarms vom Drüsenblatte abhebt, in den Spaltungsraum des mittleren Keimblattes: kardial- oder Herzhöhle hinein sich umstülpt und später zu einem geschlossenen ilde abschnürt. Die Anlage ist also von Anfang an hohl, enthält aber in ihrem Innern Zellmassen, von denen die peripherisch gelegenen zum Endokardium, die übrigen den ersten Blutkörperchen werden. Auch die Perikardialhöhle enthält der- ckere Zellenmassen, welche wahrscheinlich den Epithelbeleg des entstehenden iums liefern. — Der anfangs gerade Herzschlauch entsendet aus seinem vorderen ei Arcus aortae, während er auf der entgegengesetzten Seite zwei Venae omphalo-

zeigt, wie sie schon längt in dem embryonalen Zustande des Herzens den waren. Bei den Teleostiern ist die Muskulatur des pulsirenden Truncus arteri während sie bei den übrigen Fischen und den Batrachiern quergestreift ist (L

Ausser dem Herzen können auch noch andere Abschnitte des Gefässsystem Muskulatur besitzen: die peripherischen Herzen (Leydig). Myxine und haben ein Pfortaderherz, bei letzterem findet sich auch ein Venenherz für d blut. Nach Retzius und J. Müller sind auch die Anfänge der Kiemenarterien bogen kontraktil. Im Schwanz des Aals findet sich ein erweiterter pulsirend rhythmischen Bewegungen der Venen in den Flügeln der Fledermäuse (W. grösseren Arterien im Ohr des Kaninchens (Schiff) beruhen wohl auf glat die auch der Pulsation fähig ist.

Vollkommen abweichend von dem Verhalten der Cirkulationsapparate der thiere verhält sich Amphioxus. Ihm fehlt ein Centralorgan der C dagegen erscheinen alle grösseren arteriellen und venösen Gefässstämme k dass hierin eine Stelle des wie bei den übrigen Wirbelthieren in sich geschl systemes vor einer anderen bevorzugt erscheint. Das Verhalten erinnert mern sich findenden Einrichtungen.

Ein Hauptunterschied zwischen dem Cirkulationscentrum der Wirbelthiere losen besteht darin, dass bei ersteren das Herz aus einem ventralen Ab fässsystemes entsteht, während bei den Wirbellosen das Centralorgan der Blu dem Dorsalgefässstamm oder einem Theile desselben sich bildet (Gegen findet sich bei den Tunicaten ein wahres Herz, das mit dem der Wirbelthier hat. Bei den niedersten Wirbellosen, Protozoën, fehlt mit einer dem Ernährungsflüssigkeit auch das Herz und die übrigen Kreislaufsorgane. Hier bewegung des Protoplasma, welche zum Theil durch allgemeine Körperbew wird, an Stelle der Cirkulation. Bei den Coelenteraten ist eine Trennung Verdauungsröhren und den Blutgefässen noch nicht eingetreten, der im Ma Chymus wird direkt durch Kanäle oder taschenförmige Bildungen dem Körperp geleitet. Man bezeichnet dieses gemeinsame Organ als: Gastrovascular steht derselbe aber auch durch das dem Chymus beigemischte Wasser, das Körper vertheilt, respiratorischen Zwecken vor. Auch bei den niedersten W die Ernährungsflüssigkeit, ohne eigene Bahnen zu besitzen, durch endosmot von dem öfters noch verzweigten Darmkanale (Planarien, Trematoden) direk organen zugeführt. Auch bei den Räderthieren und Bryozoën fehlt no fässsystem, die Ernährungsflüssigkeit findet sich frei in einer Leibeshöhle u die Kontraktionen des Körpers oder des Tentakelapparates in unregelmäss gesetzt. Bei Polygordius tritt als Anfang eines Gefässsystems ein dorsaler Med meist blindendigenden Querästen auf. Bei den Würmern mit rothem Bl einfache, doppelte und mehrfache Gefässstämme, welche sich abwechseln bald zusammenziehen und dadurch das Blut in Bewegung setzen. Die K Gefässstämme schreitet peristaltisch vorwärts, wodurch in den Längsgefäss bewegung entsteht, bei den Hirudineen, bei denen die Hauptstämme lateral li zontaler, bei den Lumbricinen u. a., wo die Hauptstämme oben und unten kaler Richtung. Zu gleicher Zeit wird das Blut abwechselnd durch die Querge zur anderen Seite geworfen, indem der eine Stamm sich füllt, während der a trahirt, wie man das bei Hirudo vulgaris beobachtet hat (J. Müller) (Fig. 144). caten hat, wie schon erwähnt, das Herz eine ventrale Lage, es erscheint als ein länglicher Schlauch. Bei den Appendicularien bewegt es das erst frei in der Leib lirende Blut. Bei den Ascidien biegt sich beiderseits das Herz in je ein Gefä einem Lakunensystem, das den Leib durchzieht, in Verbindung treten. Be sich dagegen ein ausgebildetes Gefässsystem mit dem Herzen in Verbindung katen ist die Richtung des Blutstroms eine wechselnde. Hat das He

·n nach der einen Richtung ausgeführt, so tritt eine momentane Pause ein, altischen Bewegungen des Herzschlauchs erfolgen nun in der entgegengesetzten sselbe hat J. Müller bei Hirudo vulgaris beobachtet, lbe kontraktile Gefässstamm macht seine peristaltischen bald in der einen, bald in der anderen Richtung, sodass Richtung der Blutbewegung abwechselt. Bei den Echi- zeigt der Kreislaufsapparat im allgemeinen eine radiäre ingkanal umkreist meist den Anfangs-, ein anderer den Darmkanals, beide werden durch einen kontraktilen erbindung gesetzt, der als Herz funktionirt. Von den zen treten radiäre Aeste ab. Ausserdem besitzen diese inen Gefässapparat, welcher mit dem Blutgefässsystem Verbindung steht, und dessen in die Augen fallendste der Einführung von Wasser in den Körper besteht: ässsystem.



Fig. 111.

Vorderer Abschnitt des Blutgefässsystems einer jungen Saenuris variegata. d Dorsalgefäss. v Ventralgefäss. c Herzartig erweiterte Queranastomose. Die Pfeile deuten die Richtung des Blutstroms an.

rthropoden findet sich als Herz ein dorsaler konsstamm, der fortgesetzt nach ein und derselben Richbewegt, sodass ein Kreislauf aus arteriellen und venösen teht. Das aus dem Herzen in arteriellen Gefässen abut ergiesst sich entweder durch ein Rudiment eines ammes oder durch einige Hauptstämme sofort frei in ile, oder es finden sich feine arterielle Verzweigungen n. Die venösen, zum Herzen zurückführenden Wege gegen, auch wenn sie zu feineren, regelmässig vertheilwerden, besondere Wandungen und stehen mit dem in direkter Verbindung. Sie münden in einen das Herz Blutbehalter, Perikardialsinus, aus dem das Blut durch e, meist paarig vorhandene Oeffnungen von verschiedas Herz zurücktritt.

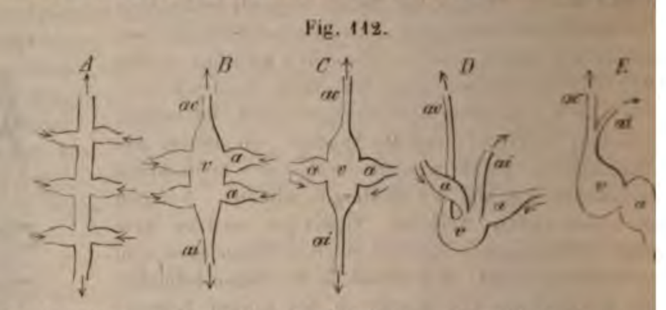
llusken scheint ein als Herz fungirendes Centralorgan zuzukommen, bei den Brachiopoden findet es sich aber nen Abschnitten des Gefässsystems. Analog wie bei den ist auch bei den Mollusken das Gefässsystem nicht ganz, obwohl (Cephalopoden) kapillare Verzweigungen auf-. Doch tritt hier das Blut nicht durch Spalten, sondern durch wahre Gefässlas venöse Blut aus den Gewebslücken sammeln, in das Herz zurück. Bei den igen der Otokardier ist das Herz in Kammer und Vorkammer geschieden einer besonderen Höhle, dem Herzbeutel umschlossen. Der Kammer wird von zwei, bald von einer Vorkammer zugeführt, und sie entsendet es wieder se nach durch einen, dem Vordertheile des Körpers zu laufenden grösseren n, eine Aorta. Ein für die hinteren Körpertheile und Eingeweide bestimmter n entspringt entweder direkt aus dem Herzen: Aorta posterior, bei den Lamellind Cephalopoden, oder er zweigt sich (Cephalophoren) von der Hauptaorta als ior ab (Fig. 112).

wird aus den Venenräumen zunächst den Athmungsorganen zugeleitet, von em Herzen zurückkehrt, sodass das Herz nur arterielles Blut erhält, es ist ein

Das Herz der Gasteropoden stimmt im Bau gewissermaassen mit dem Herzen ierembryonen und Fische überein. Der wesentliche Unterschied zwischen i ist aber, wie schon oben angedeutet, der, dass die letztbeschriebenen Herzen rsalen Langsstamm sich entwickeln. Das Gefässsystem der Mollusken schliesst i das der Würmer mit dorsalem kontraktilen Gefässe an, und die sogenannte

Kammer erscheint als differenzirter Abschnitt eines dorsalen Langsstammes. selben einmündenden Vorkammern sind modificirte Querstämme (Gegenbaur

Fig. 112.



Schematische Darstellung zur Vergleichung der Modifikationen der Cirkulationscen Mollusken. *A* Theil des Dorsalgefässstammes und der Querstämme eines Wurmes. *B* He von Nautilus. *C* Herz und Vorhöfe eines Lamellibranchiaten oder Loliginen. *D* Dieselbe Octopus. *E* Herz und Vorhof eines Gasteropoden. *v* Herzkammer. *a* Vorkammer. *ac* Art *ac* Arteria abdominalis. Die Pfeile deuten die Richtung des Blutstroms an.

Die Herzen erhalten ihre Fähigkeit, das Blut in einer bestimmten Rich zu können, durch Klappeneinrichtungen. Bei den Wirbelthieren s meist einfache Duplikaturen des Endokardiums. Die starke Klappe im rech Vogel und des Schnabelthiers besteht dagegen aus quergestreifter Muskula Klappe zwischen Sinus venosus und Vorhof bei Leuciscus und wohl auch bei a (Leydig). Das Krokodil besitzt rechterseits nur eine Atrioventrikularklap Kammerscheidewand ansitzt, von der anderen Seite springt die Muskelwan lippenförmig vor. Bei Fischen finden sich ausser den taschenförmigen, arte noch mehrere Reihen schmaler Klappenplättchen, deren Umschlagen nach Sehnenfäden verhindert wird. Die klappenartigen Vorrichtungen im Herzen sind (Leydig) entweder auch Duplikaturen der Intima hie und da mit Mu fungiren eigenthümliche zellige Gebilde als Klappen. So verrichten nach Le tersten Kammer des Herzens der Larve von Corethra plumicornis sechs bis stielter, beweglicher Zellen die Dienste von Klappen. Sie stehen alternire höher als die andere, wodurch bei der Systole des Herzens je zwei Klapp hinter einander zu liegen kommen und das Kammerlumen vollständig absper

---

Zwölftes Kapitel.

Die Blutbewegung.

II. Die Blutgefässe.

Nerveneinflüsse auf die Weite der Blutgefässe.

em Herzen wird das Blut in dem Moment, wenn der Blutdruck in den menziehenden Herzkammern den Druck in der Aorta übersteigt, in die gepresst.

en und Venen sind Röhren von cylindrischem Querschnitte mit mehr er dicken, sehr elastischen Wandungen, welche durch eingelagerte Muskelfasern die Fähigkeit erhalten, sich aktiv, durch nervösen Ein- ontrahiren und zu erweitern. Wir haben also zwei Momente zu unter- welche auf den Durchmesser der Gefässlichtung von bestimmendem Ein- l: die Elasticität und die aktive Kontraktilität, welche bei en, namentlich denen kleineren Kalibers, viel entwickelter ist als bei . Doch fehlt sie auch den Kapillaren nicht.

malen Zustande befinden sich die Gefässe beständig unter einem ihre irenden tonischen (ununterbrochen wirkenden) Einfluss der Gefäss- L. Bernard machte die Beobachtung, dass nach Durchschneidung des es des Sympathikus sich die gesammten Gefässe der anliegenden erweitern. An den Ohren besonders weisser Kaninchen, welche fässe durchscheinen lassen, beobachtet man bei einseitiger Durch- die eingetretene Erweiterung der Gefässe, die Röthung, die ge- ärmeabgabe in Folge der vermehrten Blutzufuhr direkt im Vergleiche ormalen Ohre der anderen Kopfseite. Ebenso wirken die Durchschnei- r Gefässnerven an anderen Abschnitten des Gefässsystemes. Reizung, rische der peripherischen Enden der durchschnittenen Gefässnerven, Erweiterung wieder verschwinden und bringt eine Gefässverengerung von einer Verminderung der Wärmeabgabe begleitet ist.

end des Lebens sind die nervösen Beeinflussungen der Gefässe sehr Sie sind es vor allem, wodurch die Blutvertheilung im Körper je Bedürfniss der Organe geregelt wird. Organen, welche eine gesteigerte bedürfen, wie den arbeitenden Muskeln, secernirenden Drüsen, dem n Uterus, dem Ovarium während der Eireife wird eine gesteigerte

Menge Blut zugeführt. Man weiss, dass von sensiblen Hautnerven
torisch ein Reizzustand auf die Gefässnerven ausgeübt werden kan
bei Reizen, die die äussere Haut treffen, z. B. durch Kälte, zuerst
torische Erregung der Gefässnerven eine tetanische Kontraktion und
der Hautgefässe eintreten, welche von einer sekundären Erweiterun
in Folge der Ermüdung der Gefässmuskulatur. An der Haut des Me
sich diese beiden Zustände durch die eintretende Blässe oder Rö
letztere mit gesteigerter Wärmeabgabe verbunden ist, direkt beoba
liche reflektorische Einwirkungen auf die Gefässnerven müssen wir
arbeitenden Drüsen annehmen, so erfolgt ein Reflex von den sen
der Magenschleimhaut, welche durch die aufgenommenen Nahru
chanisch oder chemisch erregt werden, auf die motorischen Nerve
ihrer Drüsen, wodurch letztere erweitert werden. Andererseits h
Folge der Arbeitsleistung der Organe, Zersetzungsprodukte in dies
durch ihre chemische Wirkung als Säuren oder Alkalien, direkt die
nen verlaufenden Nerven in ihren Lebenseigenschaften beeinflusse
erweiterndes Moment ist vor allem noch die gesteigerte Temperatur
auch psychische Alterationen vom Gehirne aus auf die Gefässn
können, beweist die Blässe des Schreckens und umgekehrt die
LUDWIG und CYON fanden, dass die Reizung gewisser sensibler
Nerven ganz besonders im Stande ist, die tonische Kontraktion der G
zusetzen oder aufzuheben. Man nennt diese Nerven oder Nervenfas
sorische. Sie sammeln sich bei einer Reihe von Thieren in einem
Ramus depressor. Doch sollen auch in dem Vagusstamm depress
verlaufen. Im Laryngeus superior und im Halssympathikus verlaufen
Fasern, welche reflektorisch die Gefässspannung steigern (AUBERT

In der Medulla oblongata scheint ein Centralorgan der v
schen Nerven zu liegen. Nach den Beobachtungen LUDWIG's un
wirkt seine Reizung, so lange Rückenmark und Sympathikus u
eine Verengerung sämmtlicher feineren Arterien mit Erhöhung des
den Arterienstämmen und Erweiterung des Herzens. Da Durchs
vasomotorischen Nerven die Arterien erweitert, so müssen wir uns d
organ in beständiger (tonischer) Erregung denken. Auf die Durchs
Rückenmarks in der Cervicalgegend folgt eine allgemeine Erschlaff
terien, sodass dann alle Gefässnerven durchschnitten erscheinen. M
dass die beständige Erregung des Gefässnervencentrums durch di
des Blutes ausgeübt wird, da man bei erstickenden oder mit Koh
gifteten Thieren eine regelmässig intermittirende Ab- und Zunahme
in den Arterien eintreten sieht (THIRY und L. TRAUBE).

Aerztliche Bemerkungen. — Allgemeine Kontraktion der Körperarterien tr
frostein, wohl durch Reizung des vasomotorischen Centrums. Geht in Folge
kungen die Kontraktilität der Arterie verloren, sodass diese in eine mehr od
Röhre verwandelt wird, so wird dadurch die Ernährung der von ihr versor
meistens bald beeinträchtigt, da die Zufuhr von Blut nun nicht mehr einen
gesteigerten Stoffwechselbedürfniss entsprechend vermehrt werden kann.

Die aktive Kontraktilität der Arterien ist am Pulse nicht betheili
den spontanen Bewegungen der Arterien im Kaninchenohr (SCHIFF, cf. S. 4
logen Vorkommnissen absehen, doch sehen wir nach dem Aufhören der He

ntleerung der Arterien in die Venen eintreten (v. Bezold), worauf die Leere der der Leiche beruht. Diese Kontraktionen erfolgen wahrscheinlich auf Reizung des rischen Centrums durch das vor dem Aufhören der Athmung venös gewordene Blut. asomotorischen Nerven verlaufen theils im Sympathikus, theils aber auch n Bahnen. Im Halsstrang des Sympathikus verlaufen die Gefässnerven der Kopf- Konjunktiva, der Speicheldrüsen (Bernard). Von den Rami communicantes des kus gehen die Gefässnerven für die unteren Extremitäten in die vorderen Wurzeln markswerven ein (Bernard, Pflüger). Für die oberen Extremitäten verlaufen sie Cyon in den mittleren Dorsalwurzeln zum Grenzstrang, von da zum ersten Brust- und gelangen durch die Rami communicantes zum Plexus brachialis. Das Gefäss- r Baucheingeweide, welche so erweiterungsfähig ist, dass er fast die gesammte e des Körpers z. B. nach Pfortaderunterbindung beherbergen kann, erhält nach der ung Bezold's seine Fasern jederseits vom Splanchnicus, der also der wichtigste Ge- ist. Reizung der Nervi erigentes bringt am Penis eine Erweiterung der Arterien Die Reizung des Splanchnikus bewirkt wie jede Steigerung des Blutdrucks (cf. S. 400) mehrung, seine Durchschneidung, wie die Durchschneidung des Rückenmarks aus dem entgegengesetzten Grunde Verminderung der Pulsfrequenz (Ludwig).

Der anatomisch-physiologische Bau der Blutgefässe.

Bau der Gefässe hat zweien sich widersprechenden Zwecken zu dienen. das Blut zuerst vom Herzen aus in geschlossenen Röhren den Organen werden. Bis dorthin, wo es seine Funktionen zu erfüllen hat, darf es Geweben in keinen Diffusionsverkehr kommen, da es sonst durch Ab- Aufnahme von Stoffen für den Ernährungszweck untauglich geworden hon ehe es den Ort seiner eigentlichen Bestimmung erreicht. Die lebende r grösseren und grössten Gefässe muss daher für Flüssigkeiten ganz un- gig sein, wenn es diesem Leitungszweck genügen soll. Diess ist voll- der Fall. Die Wände der grösseren Gefässe sind so vollkommen un- end für Blutbestandtheile, dass sie, die beständig von Blut durchströmt noch besondere Einrichtungen für ihre eigene Versorgung mit Blut be- s sind dieses die Vasa vasorum, die Blutgefässe für die Blutgefässwände, is herab zu sehr kleinen Gefässen noch nachweisen können. Ebenso ist m Herzen, das, während es fort und fort von der gesammten Blutmenge zt wird, noch seine eigenen Gefässe bedarf, die seine Muskulatur mit dem Aktion nothwendigen Blute versorgen. Erst, wenn die Gefässe den Ort ekten Bestimmung erreicht haben, bekommen ihre Wände, die ihnen Erfüllung ihres Ernährungszweckes unerlässliche Eigenschaft, den Wech- r der Blutflüssigkeit mit den Flüssigkeiten der Gewebe zu gestatten.

e Eigenschaft kommt nur den **Kapillargefässen** zu, deren Wände, selbst n entstanden, sich noch vollkommen wie Zellenprotoplasma verhalten. wie Stricker sagt, Protoplasma in Röhrenform. Damit stimmt es über- sie sowohl bei jugendlichen als erwachsenen Individuen kontraktil sind. sah die Kapillaren der Froschlarven und der Nickhaut des erwachsenen sich soweit verengern, dass kein Blutkörperchen mehr eintreten konnte. lungen, die Grenzen der die Kapillarwandung zusammensetzenden Zellen darzustellen. Es sind platte, oft zackig gerandete, kernhaltige Zellen, ie Wandung zusammensetzen. Sie sind bald mehr spindelförmig, bald

mehr polygonal. Bei den feinsten Kapillaren bildet nur eine einzige eigenen Rändern sich ringförmig berührende Zelle je eine Strecke d An weiteren Gefässchen sieht man 2—4 Zellen sich zu Wandbildungen v Diese Zellen entsprechen anatomisch dem Epithel der grösseren Gefä könnte also sagen, dass die Kapillaren nur aus Zellen, die in gewissem Epithel ähnlich sind, bestehen. Es besitzen sonach alle Gefässe ein ana detes Zellenrohr: Tunica intima, Endothelrohr (His), das bei den stär fässen noch von anderen Gewebsschichten aus bindegewebigen, elastis muskulösen Elementen umlagert wird: äussere Umhüllungshaut (Eber

An den **grösseren Gefässen** unterscheidet man drei Hauptschich innere, mittlere und äussere Haut. Die Tunica intima, die innerste besteht aus dem Endothelrohr, welches nach aussen bei grösseren Ge einer bindegewebigen Lage: innere Längsfaserhaut, bekleidet ist. D ihrer Elemente deutet ihr Name an. Nun folgt eine elastische Membran zur Innenfläche gerechnet wird: elastische Innenhaut.

Die mittlere Schichte der Gefässwand, Tunica media, wir Ringfaserschichte bezeichnet, da ihre Elemente vorwiegend eine q haben, die Peripherie des Gefässes umkreisend. Hier finden sich vo organischen Muskelfasern. Auf ihrer Aussenfläche bilden elastische El den Arterien oft eine ziemlich deutliche Schichte: Henle's äussere elast

Die Tunica adventitia, die äussere Gefässhaut hat wied gend Längsfasern und besteht meist nur aus lockigem Bindegewebe sehen Faserzügen und Netzen.

Die elastischen Elemente der Gefässe zeigen sehr viel Ma keit. Es kommen hier die vielbekannten feinen elastischen Fasern vo sich sonst in dem gewöhnlichen lockigen Bindegewebe durch ihre sch risse und starkes Lichtbrechungsvermögen kennzeichnen. Oft sehe diese Fasern zierliche Netze bilden. In vielen Fällen sind die Fasern geworden, die Maschenräume der Netze dagegen eng. Nimmt die Bre sern im Verhältniss zu den Maschen noch weiter zu, so bekommt das G Ansehen einer durchbrochenen Haut, einer gefensterten, elastisch bran. An einzelnen Stellen verschmelzen die Fasern zu wahren, elastischen Membranen (Fig. 113, 114).

Lymphgefässe sind bisher in den Gefässen noch nicht näher Mit Ausnahme der Kapillaren sind in der Wand aller Gefässe Nerv wiesen, die sich unter der Adventitia in ein oft sehr feines Netz auflö Ganglienzellen kommen in den gröberen Nervennetzen vor, Lehman sie an der Cava inferior des Frosches.

Die mittelstarken **Arterien** haben als allgemeine Eigenschaft eine sehr bede der Media, die in viele regelmässige Schichten zerfällt. Bei den kleinsten Arte oder 1''' besteht die Media aus vorherrschend querlaufenden Muskelfasern. und elastische Fasern fehlen in ihr. Unter dem Epithelrohr folgt (Frey) eine ge stische Membran (Fig. 115). Je feiner die Arterien werden, desto zarter wird di Noch in Gefässen von 0,07—0,01''' Durchmesser findet sich ausser dem Epith eine Lage kontraktiler Elemente. In den mittelstarken Gefässen mischen sich m mächtiger werdenden Muskellagen elastische Netze und Bindegewebszüge, sich mehr und mehr ausbildende Schichtbildung in der Media entsteht. Die meist mächtiger als die Media entwickelt. Bei den stärksten Arterien erscheine

..t elastische Häute, Platten und Netze, welche in vielen, bis 50 Schichten, mit den ..sern abwechseln. Die muskulösen Elemente sind dabei relativ weit weniger mächtig

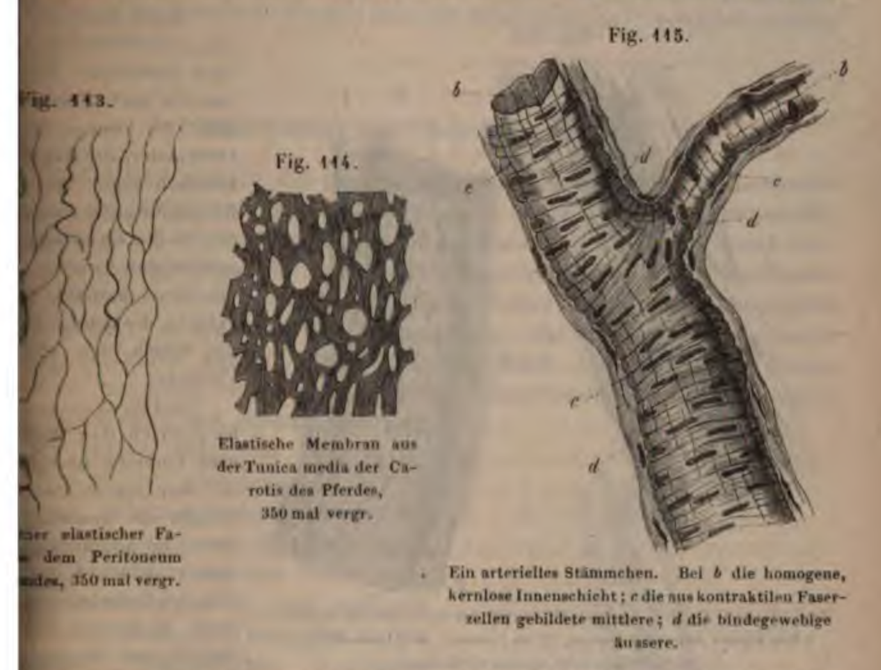


Fig. 113.

..er elastischer Fa- .. dem Peritoneum ..des, 350 mal vergr.

Fig. 114.

Elastische Membran aus der Tunica media der Carotis des Pferdes, 350 mal vergr.

Fig. 115.

Ein arterielles Stämmchen. Bei *b* die homogene, kernlose Innenschicht; *c* die aus kontraktilen Faserzellen gebildete mittlere; *d* die bindegewebige äussere.

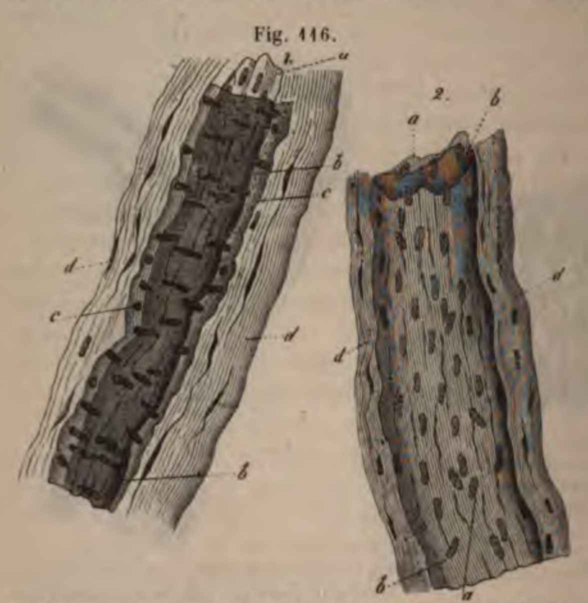
..den mittleren und kleinsten Arterien, ihre Elemente sind klein und unentwickelt, .. sie keine bedeutenden Verkürzungen erleiden können. Die Adventitia der grössten ..n ist wieder weniger entwickelt als die der mittelstarken, auch weniger scharf durch ..he Einlagerungen abgegrenzt

..er den querlaufenden Muskelfasern finden sich auch in den Arterien an vielen Stellen ..ichtete. Insbesondere fand Eberth die in ihrer Lage weniger fixirten grossen Ge..e die der Baucheingeweide des Menschen und der Säugethiere: Arteria lienalis, um.. und dorsalis penis durch längs verlaufende Muskelbündel ausgezeichnet, welche ..er Adventitia angehören. Sie finden sich an Stellen besonders häufig, wo weniger Arterien spitzwinkelig von einem Stamme abtreten. Hier haben sie wahrscheinlich ..fgabe, das Gefässlumen offen zu erhalten, wenn durch starke Verengerung der Aus..s Blutes behindert wird (Eberth).

Venen sind im Allgemeinen dünnwandiger als die Arterien und weniger reich an mus.. und elastischen Elementen, daher schlaffer und weniger kontraktil. Am wenigsten ..eden ist der Bau der Intima, sie zeigt wie dort ein Endothelrohr, unter diesen bei ..en Venen auch längsstreifige Fasern und starke elastische Netze, die aber kein so deutlich ..iges Ansehen bekommen. Die Venenklappen sind von der Intima überkleidete ..ewebslamellen, in welche auch elastische Elemente eintreten. Doch fehlten auch ..en Venen die Muskeln. Die Media der Venen hat verhältnissmässig weniger ela.. Fasern und Muskeln. Es finden sich in ihr neben den querlaufenden meist auch ..richtete Muskelzüge (Fig. 116). Sie ist bei mittelstarken Venen ebenso relativ am ..sten, wie dieses auch bei den mittelstarken Arterien der Fall ist. Viel Bindegewebe .. sich stets mit den Muskelzellen. Die Adventitia ist gewöhnlich die stärkste Lage und ..n ihrer Mächtigkeit mit der Weite der Gefässe. Bei vielen Venen, besonders solchen ..erleibshöhle finden sich auch in ihr längslaufende Muskelfaserzüge eingelagert. Die

feinsten Venen zeigen keine Muskellage bis zu einem Durchmesser von 0,02''', gerichtete Zellen, die den Charakter der Muskelzellen annehmen, auftreten.

Fig. 116.



Zwei stärkere Gefässe aus der Pia mater des menschlichen Gehirns. 1 Ein kleiner arterieller Stamm, 2. ein venöser; a. b Innenschicht, c die mittlere, d die äussere Gefässhaut.

Die Venen in muskellose löse eintheilen. ren sind nach E nen: die Venen Dura mater, die Knochenvenen, Retina, die unter der in die Cava mündenden Ven mes, Vena jugula externa, die Ven die Venen der Placenta.

Auf die Ve heiten in de nung kommen bei den specie bungen der Ge chen. Im Allge Gesetz, dass sic netz den Gewebe passt. In die m Muskel- und Ne die Zellen und Z linge, treten keine Kapillaren ein. So kommt es, dass die Kapillarnetze je nach de Gewebseinheiten bald lang gestreckte, geradlinig verbundene Maschen z. B. und Nerven, bald rundliche, engere oder weitere Netze darstellt. Das Netz Blutzufuhr ist im Allgemeinen um so reicher, je lebhaftere Funktionen der O einem Organe fordert: je lebhafter die Bewegung, Empfindung, Aufsaugung, desselben ist. Sehr wichtig ist die Bemerkung E. H. Weber's, dass im Durchsch der Kapillarstrecke zwischen Arterienende und Venenanfang nicht m etwa 0,2''', mag nun das Kapillarnetz eine Gestalt haben, welche es will. Strecke, auf welcher das Blut mit den Organen verkehrt, stets nur eine se Thätigkeit der Blutkörperchen und der Blutflüssigkeit ist auf einen sehr geri auf eine sehr kurze Zeit beschränkt.

Kavernöse Gefässe bilden sich dadurch, dass sich die Gewässwand zu einem schwammigen Gewebe umgebildet wird, oder indem anastomosire der Wand das Lumen mehr oder weniger durchsetzen. Durch zahlreiche, Anastomosen ungleich weiter Gefässe wird das Gleiche erreicht, die urspr wand wird dadurch auch zu dünnen Bälkchen und Blättchen, die einen blu raum durchziehen. Bei den Arterien finden sich solche Bildungen selten, h Venen, bei denen hie und da Muskelbündel in die Balken mit eintreten. Die vom Endothel ausgekleidet (Eberth).

Wandungslose intercelluläre Blutbahnen finden sich bei pathologisch bei der Wundheilung. Hier entstehen nach Thiersch feine wandungslose Bahnen zwischen den Granulationszellen. Anfänglich treten plasmatischer Kanäle auf, in welche plasmatische Flüssigkeit aus der aufgelock wand eintritt, die auf analoge Weise wieder in die Venen zurückkehrt. E dieser Intercellulargänge wird später zu wahren Blutgefässen, deren Wand du

die Blutbahn begrenzenden Zellen gebildet wird. Die Blutgefässe treten hier also als Intercellularräume auf, auch bei der embryonalen Bildung der Ge- ldet sich der Hohlraum derselben nicht aus verschmolzenen Zellenhöhlen, sondern ellularraum.

Der Blutkreislauf unter dem Mikroskope.

wir die Bewegungen des Herzens am lebenden Organe selbst beobach- en, so bringt uns das Mikroskop auch das prächtige Phänomen des s und der Blutbewegung direkt zur Anschauung. Die Beobachtung des- den durchsichtigen Schwänzen von Froschlarven, an den Schwimm- r Frösche oder an dem Mesenterium kleiner durch Aether betäubter re gehört zu den schönsten Schauspielen, die uns die mikroskopische ng vorführen kann (Fig. 117). Ueber manche Einzelheiten des Kreis- alten wir damit sogleich eine deutliche Anschauung. Wenn wir einen Gefässbezirk mit einem Male über- so zeigen sich sehr bedeutende de in der Geschwindigkeit der gung, in den verschiedenen Gefäss- einigen sehen wir die Blutkörper- en Fortrollen uns den Strömungs- anschaulich macht, wie wir die eines Flusses auch nach den in ihm enden Gegenständen bemessen, mit grosser Raschheit durchgerissen. fässe sehen wir sich spalten, in weige sich auflösen, die sich end- wahre Kapillaren erweisen. Ihre tet nur noch für ein einziges Blut- n Platz, sodass eines hinter dem hindurch fliessen muss. Diese Ge- rascher Strömung sind Arterien, Herzen her das Blut zu den Kapillaren führen. Die Venen lassen sich der Richtung der Strömung erkennen, welche von den Kapillaren nach gen und Stämmchen führt. Dabei ist in ihnen die Blutgeschwindigkeit viel geringer und die Farbe des Blutes gesättigter, dunkler. Auch in chiedenen Kapillaren ist die Geschwindigkeit nicht ganz gleich. Man eine einfache Weise die Geschwindigkeit messen, wenn man unter dem e mit einer Okulartheilung den Weg bestimmt, den ein Blutkörperchen der Zeiteinheit einer Sekunde zurücklegt. Durch die mikroskopische rung erscheint der Raum, der durchlaufen wird, natürlich auch mit rt, und damit die Geschwindigkeit. E. H. Weber bestimmte ihn im nitt etwa zu 0,2‴ oder etwas mehr in den Kapillaren von Froschlarven- n, sodass also jedes Blutkörperchen erst etwa in der Zeit einer Se- nen Kapillarraum durchlaufen hat.

Fig. 117.



Der Blutstrom in der Schwimmhaut des Frosches nach Wagner. *a* Das Gefäss; *b* die Epithelialzellen des Gewebes.

andere Bewegungserscheinungen lassen sich wahrnehmen. In den Arterien und Venen so wie in den Kapillaren zeigt sich die Strömung

des Blutes ununterbrochen, gleichmässig. Nur in etwas stärkeren Arter
lässt sich eine Spur des Pulses nachweisen. Seine Kraft ist also in d
Arterien durch die Widerstände schon verzehrt. Von dem Durchz
Blutkörperchen durch Kapillaren, welche enger sind als der Durch
Körperchen, von ihren Umbiegungen an scharfen Theilungswinkeln
von ihren passiven Gestaltsveränderungen etc. war schon die Rede.
ren Gefässen schwimmen die rothen Blutkörperchen nicht in regelm
ständen etwa reihenweise hinter und neben einander; man sieht sie
bunten Tanz durch einander rollen. In etwas grösseren Gefässen si
voller Deutlichkeit, dass die rothen Blutkörperchen rasch in der Mi
fässes strömen, ohne dass eines die Wand berührte; an jener schleic
rollend weisse Blutkörperchen in einer farblosen Plasmaschichte hi
erscheint die Strömung in der Axe des Gefässes lebhafter als an den W
man unterscheidet danach einen rasch fliessenden Axenstrom und
sameren Wandstrom.

Man ist, wie unten gezeigt werden soll, auch im Stande, de
den Kapillaren der eigenen Netzhaut zu beobachten. Der Durchmesse
laren beträgt durchschnittlich etwa 0,01″ bis 0,004″, bei den engsten n

Malpighi war der Erste, welcher das Strömen des Blutes in de
beobachtete und damit die Entdeckung des Blutkreislaufes vollendet

Flüssigkeitsbewegung in starren Röhren.

Um die Blutbewegung in den grossen Gefässen und die Beobachtungen zu
uns das Mikroskop über den Vorgang der Strömung des Blutes in den Haarge
lässt, müssen wir uns an einige Gesetze der Flüssigkeitsbewegung in Röhren
sie die Untersuchungen von E. H. Weber, Volkmann, Jacobson und Pois
geben haben.

Eine Reihe von Erscheinungen treten bei kontinuirlichem Strome, wie
Blutgefässen findet, im elastischen Rohre ebenso wie in einem starrwandigen

Unter einem gleichbleibenden Druck, wie er annähernd in den kleinen A
laren und Venen herrscht, ist, abgesehen von der Eigenkontraktion der Gefä
laren, die Wandausdehnung eine konstante. Man könnte, wenn man densel
dort herstellen würde, ohne eine wesentliche Veränderung der hydraulische
starrwandige Röhren von der mittlern Weite an Stelle der elastischen eingese

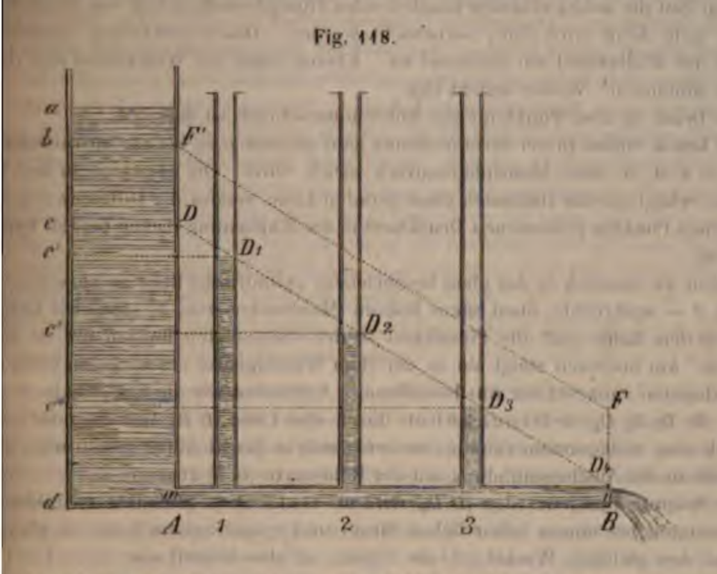
Auch in den Arterien können wir unter Umständen und für eine bedeuter
Fragen von den periodischen Druckschwankungen absehen. Halten wir uns a
Druck, so gilt auch für sie das eben von den anderen Gefässen Gesagte.

Der einfachste Fall eines konstanten Stromes in einer Röhre ist
uns eine solche (Fig. 118, *AB*) von cylindrischem Querschnitt an dem einen E
grossen Wasserbehälter verbunden denken, in welchem auf irgend welche Wei
das Niveau gleich erhalten wird; das andere Ende der Röhre mündet frei in
unter dem einfachen Atmosphärendruck. Damit die Schwere sich nicht in s
geltend macht, muss das Ausflussrohr (*AB*) horizontal gelegt werden.

Um einen konstanten Strom durch dieses Rohr fliessen zu lassen, so
Zeiteinheit jeden Querschnitt des Rohrs eine gleiche Flüssig
durchströmt, müssen wir die Kraft, welche die Flüssigkeit in die Roh
Wasserstand des Behälters *ad* — und die Ausflussbedingungen — Weite der
und atmosphärischen Druck an derselben — gleich erhalten. Es stellt sich d

die stationäre Strömung her. Die Strömungsgesetze bei grosser Stromgeschwindig-
n weiten Röhren müssen in den physikalischen Lehrbüchern nachgesehen werden,

Fig. 118.



ss für die Physiologie kaum interessiren. Hier haben wir es vorwiegend mit engen zu thun.

öhren von nur einigen Millimetern Dicke, nach POISEUILLE und JACOBSON auch bei n, deren Wände von der Flüssigkeit benetzt werden, und bei nicht all zu grosser schwindigkeit zeigen die einzelnen Flüssigkeitstheilchen in der Röhre eine sehr ver-ene Bewegungsgeschwindigkeit. Die Theilchen in der Axe des Stromes bewegen geschwindesten; gegen die Wandung der Röhre zu wird die Geschwindigkeit succes-er geringer, bis sie in der die Wand selbst berührenden Flüssigkeitsschichte = 0 ist. Axen- und Wandstrom kommen alle Zwischenstufen der Geschwindigkeit vor.

önnen uns den Strömungsvorgang so schematisiren, dass wir in der Mitte des Stro-n soliden Axenfaden uns fliessen denken. Seine Bewegung erfolgt mit der relativ Geschwindigkeit. Er ist rings umgeben von einer Flüssigkeitsschichte, die sich ngsamer als er bewegt. Wir müssen uns die Gestalt dieser zweiten Schichte als sige Cylinderschale denken, in welcher der solide Axenfaden steckt. Beide genannten n stecken in einer ähnlichen dritten von derselben Gestalt wie die zweite, nur von sserem Durchmesser.

ieselbe Weise müssen wir uns unendlich viele Schichten in einander gesteckt sodass auf dem Durchschnitt etwa ein Bild entstehen würde wie die Jahresringe auf rschnitt eines Baumstammes.

iese Schichten schieben sich an einander vorbei mit von der Axe an abnehmender ndigkeit. Das Losreissen der einzelnen Flüssigkeitstheilchen von einander, wie es ie Strömung erfordert, bedingt einen nicht unbedeutenden Kraftverlust, innere g, Widerstand.

hat die innere Reibung unterscheiden wollen von der Flüssigkeitsreibung an der and. Da wir voraussetzen, dass letztere von der Flüssigkeit benetzt wird, sodass ende Flüssigkeitsschichte an der Wand entsteht, so kommt selbstverständlich die bst gar nicht in Betracht. Der Widerstand, den der Flüssigkeitsstrom zu überwinden eht also in unserem Falle ausschliesslich aus innerer Reibung. Die Grösse ibungswiderstandes wächst porportinal — den einfachsten Fall vorausgesetzt —

mit dem Unterschiede in der Geschwindigkeit der an einander vorbeigleitende
schichten. Je ungleicher die Geschwindigkeiten sind, desto öfter müss
gleichen Zeit die neben einander hingleitenden Flüssigkeitstheilchen von einan
um so mehr Kraft wird dafür verbraucht werden. Das ist der Grund, wa
Röhren der Widerstand ein grösserer ist. Ebenso muss der Widerstand mi
Rohres zunehmen. Weiter ergiebt sich:

Der Druck in allen Punkten eines Röhrenquerschnitts ist derselbe.

Der Druck nimmt in der Stromrichtung ganz gleichmässig bis zur Ausmün
wo er = 0, d. h. dem Atmosphärendruck gleich wird. Die Abnahme in d
Stromes erfolgt wie die Ordinaten einer geraden Linie, sodass die Differenz d
schiedenen Punkten gemessenen Druckwerthe der Entfernung dieser beiden
tional ist.

Setzen wir nämlich in das oben beschriebene cylindrische Rohr an versch
— 1, 2, 3 — senkrechte, oben offene Röhren (Manometer) ein, so steigt bei
Strom in dem Rohre (AB) die Flüssigkeit in den eingesetzten Röhren bis
Höhe an. Am höchsten steigt sie in der dem Wassergefäss am nächsten st
am niedrigsten zunächst der Ausflussöffnung. Verbinden wir die Endpunkte
säulen (D_1 D_2 D_3 D_4) = Druckhöhen durch eine Linie (D D_4) mit einande
diese als eine vollkommene Gerade; sie senkt sich in der Richtung des Strom
und trifft an der Ausflussmündung mit der Röhrenaxe (m n) zusammen.

Die Neigung dieser Geraden (D D_4) wird als Gefälle bezeichnet; es b
dem Gesagten bei einem beharrlichen Strom und cylindrischem Rohr an
der Axe den gleichen Winkel (cf. die Figur), ist also überall eine konst
Sie kann gemessen werden durch die Abnahme des Drucks, welche für je
der Strombahn stattfindet. Um das Gefälle eines in's Freie abfliessenden
Röhre zu bestimmen, braucht man, da am Röhrenende der Druck = 0 ist, d
an einer Stelle zu messen, deren Entfernung vom Röhrenende bekannt ist.

gemessenen Röhrenstücks = l, der Druck an seinem Anfang = p, so ist d

Die Druckhöhen sind der Kraft, mit der der Strom fliesst, und sonach a
überwindenden Widerstand porportional. Am Ende der Bahn, an der Ausfl
= 0, am Anfange am bedeutendsten. Um den Strom die ganze Länge der
durchzupressen, bedarf es einer grösseren Druckhöhe, als man aufwenden
noch die Widerstände in einem Stücke derselben z. B. 3 B zu überwinden.

Bei kürzeren Ausflussröhren bedürfte es also auch, um den gleichen
hervorzubringen, einer geringeren Füllung des Druckgefässes.

Da das Gefälle eine konstante Neigung zur Ausflussröhre und ihrer Axe
man leicht für die Wand des Druckgefässes die Druckhöhe eines Manomete
dort eingesetzt denkt, konstruiren und rechnen.

In der beistehenden Figur würde die Wassersäule in einer in der Wand
ten Röhre bis zu D steigen.

Man beobachtet, dass im Behälter der Wasserstand = der Druckhöhe
liches grösser sein muss — um die Wassersäule F' b c D — als die aus de
nete Druckhöhe (D) in einem direkt auf den Röhrenanfang eingesetzt gedac
Man hat angenommen, dass dieser Ueberschuss an Bewegungskraft, den
Eintritts der Flüssigkeit aus dem Behälter, in welchem sie in Ruhe war, in d
in welcher sie sich mit einer bestimmten Geschwindigkeit bewegt, verschw
Hervorrufung eben dieser Bewegung verwendet werde und pflegte sie als G
keitshöhe zu bezeichnen. Neuerdings zweifelt man an der theoretisc
dieser Voraussetzung, und auch empirisch hat sich noch keine allgemeine Be
lassen zwischen dem Druck im Wasserbehälter, der Stromgeschwindigkeit
Versuchsdaten (Fick).

r Strom an verschiedenen Stellen ungleiche Geschwindigkeiten, deren Ursache wir nten näher betrachten werden, so bezeichnet man als seine mittlere Geschwin- diejenige, welche an allen Stellen der Bahn gleichmässig herrschen müsste, wenn teinheit ebenso viel Flüssigkeit die Strombahn passiren sollte, als ihn, bei der un- Geschwindigkeit an verschiedenen Stellen, wirklich passirt. Das Maass der mittleren digkeit ist die in der Zeiteinheit aus der Querschnittseinheit ausgeflossene Flüssig- ge. Die mittlere Geschwindigkeit ist der in der Zeiteinheit ausgeflossenen Flüssigkeits- Gesammtstromstärke einfach porportional. Um die mittlere Geschwindigkeit zu lividirt man die im Volumeinheiten ausgedrückte ausgeflossene Flüssigkeitsmenge Anzahl der Zeiteinheiten der Ausflusszeit und durch die Anzahl der Flächeneinheiten enquerschnitts. Ist beispielsweise die in 10 Sekunden ausgeflossene Flüssigkeits- = 8000 Kubikmillimeter, der Röhrenquerschnitt = 4 □ Mm. so ist die mittlere schwindigkeit = 200 Mm. in der Sekunde.

iche Geschwindigkeit an verschiedenen Bahnstrecken zeigt ein konstanter Strom wegen ungleicher Weite des Strombettes.

en wir uns den Querschnitt der Röhre nicht überall gleich gross, sondern mit der Röhre ein weiteres Gefäss verbunden, den Strom aber konstant, so muss in hen Zeit auch durch jeden Querschnitt des weiteren Rohrabschnittes, ganz die gleiche itsmenge strömen, wie durch jeden des engeren. Selbstverständlich ergiebt sich ass in dem weiteren Theile des Rohres die Strömung eine langsamere sein muss m engeren. Ein derartiger Fall tritt in der Blutbahn regelmässig ein, da sie sich Verzweigungen der Arterien immer mehr und mehr erweitert, indem die Summe chnitte der Zweige den Querschnitt des unverzweigten Gefässes meist um ein Be- übertrifft.

m Uebergang des Stromes aus weiteren in engere Röhren werden die Widerstände tzteren nicht unbeträchtlich gesteigert. Wir wissen, dass der Widerstand der Flüs- ewegung wächst mit dem zunehmenden Unterschied in der Bewegungsgeschwindig- einzelnen an einander hingleitenden Stromschichten. Es ist klar, dass bei einer Röhre ein viel langsamerer Uebergang von der Axengeschwindigkeit bis zu der ndigkeit = 0 an der Wand stattfindet, als in einem engeren Gefässe. Schon der ein ergiebt, dass in dem engeren Rohre eine viel geringere Anzahl von Schichten e. Es befindet sich also die Schichte mit der Geschwindigkeit = 0 in diesem Falle e der Axe mit der viel grösseren Geschwindigkeit; es ist also das Abfallen der ndigkeit von der Axe gegen die Wand zu ein bedeutend rascheres.

er den angegebenen Momenten ist auf die Strömungsgeschwindigkeit auch noch die re Natur der strömenden Flüssigkeit von bestimmendem Einfluss. Mit verschiedener keit reissen sich die an einander vorüberströmenden Flüssigkeitstheilchen von einander ere Reibung). Es erscheint sonach die mittlere Geschwindigkeit als das Produkt aus aktoren: Röhrenquerschnitt, Gefälle und einem, je nach der verschiedenen Natur ersuchten Flüssigkeit wechselnden, für eine Flüssigkeit in bestimmtem Zustande nten Coefficienten, der dem oben angedeuteten Vorgang der inneren Rei- umgekehrt porportional ist. Die mittlere Geschwindigkeit ist für Flüssigkeit in dem gleichen Zustande porportional dem Flächenraum des nquerschnitts und dem Gefälle: Poiseuille'sches Gesetz. Die innere Rei- hat bei gleicher Temperatur für verschiedene Flüssigkeiten verschiedene Werthe, je sie ist, desto zäher nennt man die betreffende Flüssigkeit; bei gleichen Flüssigkeiten sie mit steigender Temperatur ab.

Poiseuille'sche Gesetz gilt zum grossen Theil auch für die oben angeführten plötz- Aenderungen in der Weite des Strombettes. Strömt Flüssigkeit von einem weiteren ngeres, die direkte Fortsetzung des ersteren bildendes Rohr, so gilt das Gesetz in er beiden Röhrenabschnitte für sich. Das Gefälle, dass nur ein Maass der Bewegungs-

kraft die Flüssigkeit ist, muss dabei im weiteren Rohre kleiner sein als im engere
der grösseren Widerstände durch jeden Querschnitt des engeren Rohres in der
die gleiche Flüssigkeitsmenge getrieben werden muss, wie durch einen Querschn
teren Rohres. Genaue Versuche haben aber ergeben, dass beiderseits in der nä
der Uebergangsstelle vom weiten zum engen Rohr das Poiseuille'sche Gesetz nic
Der Druck ist hier im weiten Rohre eine ganz kleine Strecke konstant, dann sink
Uebergang zum engeren Rohre plötzlich bedeutend, und noch eine Strecke i
Rohr hinein ist das Sinken des Drucks rascher als in dem übrigen Rohre. Se
gestalteten sich auch die Ergebnisse Jacobson's, wenn er aus einem engeren R
keit in ein sehr weiteres Rohr einströmen liess. Das Gefälle in der engeren R
sich nahezu so, als ob das Wasser aus dem engeren Rohre direkt in's Freie a
dort wurde die Druckhöhe an der Einmündungsstelle der engeren in die wei
nähernd = 0. In der weiten Röhre war der Druck nicht manometrisch zu be
wurde zuweilen sogar negativ. Es scheint, dass hier die verhältnissmässig gerin
weiten Röhre von entscheidendem Einfluss war.

Jacobson hat auch mit einem sorgfältig gearbeiteten Apparat den Einfluss un
das Eröffnen eines Zweigrohres an dem primären Ausflussrohr ausübt. Es
dass, wenn der Strom unter der Einwirkung eines gleichbleibenden Druckes i
zweigten Röhre eine gleichmässige Geschwindigkeit angenommen hatte, diese G
keit etwas vergrössert wurde, wenn man einen Seitenzweig zu dem primä
rohr eröffnete. Die vermehrte Geschwindigkeit giebt sich dadurch zu erkenn
den beiden Oeffnungen in der gleichen Zeit mehr Wasser ausfliesst als aus der
offenen einzigen. Auffallend ist das Resultat, dass der Winkel, unter welchem d
gezweigt wird, keinen Einfluss auf diese Strombeschleunigung ausübt. Wink
der Ausflussröhre zeigen überhaupt auf die Strombewegung wenig Einwirkun
man die zuerst geradgestreckte Ausflussröhre knieförmig, so tritt nur ein gering
Kraft und dadurch Verlangsamung des Stromes ein.

Bildet der eine Zweigstrom die Verlängerung des Stammstromes, und geh
Zweig von der Hauptrichtung unter spitzem, rechtem oder stumpfem Winkel
von der gesammten Wassermasse um so mehr durch den die Verlängerung des
bildenden Stromzweig, je grösser der Winkel ist, unter welchem der ander
sich abzweigt. Das Verhältniss der mittleren Geschwindigkeiten in beiden
ist also je nach der Grösse des Verzweigungswinkels ein verschiedenes. Ne
Geschwindigkeit in dem Stromzweig, der die Hauptrichtung beibehält $= v_1$
winkelig abgehenden Stromzweig $= v_2$, so ist das Verhältniss $\frac{v_2}{v_1}$ nach den Un
Jacobson's für einen Abzweigungswinkel von $30^0 = 0{,}782$, für $45^0 = 0{,}719$, für
für $135^0 = 0{,}573$, für $150^0 = 0{,}564$.

Poiseuille und Graham haben den oben erwähnten Einfluss, welchen die Na
sigkeit auf die Strömungsgeschwindigkeit ausübt, untersucht. Sie fanden, d
Lösungen von alkalischen Salzen durch enge Röhren (Kapillaren) schneller
Wasser, dagegen vermehren Zusätze von gewissen Säuren und Alkohol zum W
inneren Reibungswiderstand. Die innere Reibung ist bei Serum etwa doppelt,
sechs mal so gross als bei Wasser. In Krankheiten, bei welchen z. B. durch
Wassergehaltes das Blut dickflüssiger wird, wird diese Grösse sich wesentlich
nen und damit den Widerstand, die innere Reibung, vermehren oder im umge
vermindern, was auf die ganzen Cirkulationsverhältnisse von Einfluss sein mu

Zur Berechnung hat man sich zu erinnern, dass der Umfang einer runde
den Durchmesser d hat $= 3{,}14\,d$ ist; der Querschnitt, das Lumen der R
$= \frac{3{,}14}{4}\,d^2$.

Flüssigkeitsbewegung in elastischen Röhren.

einer elastischen Röhre ein Flüssigkeitsstrom unter konstantem Drucke, so hat oben schon angaben, die Wandelasticität mit dem Druck des Inhaltes bald in's gesetzt; die Ausdehnung der Wandung, der Querschnitt der Röhrenlichtung an konstant; die Bedingungen der Flüssigkeitsbewegung sind absolut die glei-tarrwandigen Röhren.

rs verhält es sich, wenn der Druck in dem elastischen Rohre von Zeit zu Zeit gelmässig gemacht wird, dass Flüssigkeit in die schon gefüllte Röhre mit einer Kraft und Geschwindigkeit eingepresst wird. Es ist dieses der Fall, welcher lastischen, blutgefüllten Arterienröhren findet.

t durch das Einpressen eine durch das elastische Rohr hinschreitende Welle. le — Pulswelle der Arterien — zeigt eine Verschiedenheit von den Wel-n des Aethers, der Luft und eines ruhigen, grossen Wasserspiegels, der durch fallenden Stein in Wellenkreisen bewegt wird. In den letztgenannten Fällen Velle nur in der Fortpflanzung eines Bewegungsvorganges, ohne dass die teriellen Theilchen am Ende ihrer Bewegung ihren Ort irgend wie verlassen Welle erzeugt dort nur in sich geschlossene Kreisbewegungen der Flüssigkeits-

nbewegung in unserem elastischen Rohre ist dagegen mit einer Ortsverrückung Flüssigkeitstheilchen im Sinne der Wellenbewegung verbunden, er ist nach ung E. H. Weber's, dessen Studien über Wellenbewegung in jedem physika-uche abgedruckt zu finden sind, eine Bergwelle. Nachdem die Welle den chlaufen hat und dasGleichgewicht wieder hergestellt ist, sind die sämmtlichen eilchen nach der Richtung der Wellenbewegung um eine gewisse Strecke fort-Den entgegengesetzten Vorgang nennt man Thalwelle.

ie Vorwärtsbewegung, welche die Theilchen durch die Wellenbewegung er-ne geringe, und die Fortpflanzung der Bewegung von einem Theilchen auf das e Nachbartheilchen geschieht ebenso wie bei den erstgenannten Wellen. Es die Welle durch die Flüssigkeit hin und dehnt die elastische Wandung in fort-Weise aus, ohne dass wir uns vorstellen dürften, es entspräche diesem Fort-Welle ein ebenso grosses Fortschreiten der Flüssigkeitstheilchen. Letztere dem sie durch die Wellenbewegung aus ihrer Ruhelage gestossen wurden, llkommen, aber nahezu wieder in diese zurück.

hythmischen Einpressen in die schon gefüllte elastische Röhre wird die Welle epflanzt, dass die Flüssigkeit die Röhrenwand in einer gewissen Strecke aus-annt. Der gespannte Theil der Wand bewegt nun die Flüssigkeit vorwärts, sie drückt und dadurch wieder eine Ausdehnung und Abspannung der nächst heilung der Röhre hervorbringt, da ein Ausweichen der Flüssigkeit nach rück-den Klappenschluss beider Arterien) ausgeschlossen ist. Die elastische Wand ren unzusammendrückbaren flüssigen Inhalt so, dass der Druck in der Rich-omes vorschreitet. Sie zwingt dadurch die Flüssigkeit etwas nach vorwärts und das nächstfolgende Röhrenstück auszudehnen. So läuft die Ausdehnung e elastische Röhre hin, wobei sich die hinter dem eben ausgedehnten liegen-bschnitte wieder verengern.

aus klar, dass die Ausdehnung, welche die Röhre durch das rhythmische Ein-Flüssigkeit erleidet, keine überall gleichzeitige sein kann. Die Welle bedarf ren Zeit, um sich über eine Röhre zu verbreiten. An einem sehr elastischen E. H. Weber die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Welle zu 11472 Mm. in der grössere oder geringere Spannung beeinflusst, wenn das elastische Rohr nur n der Flüssigkeit gespannt ist, die Fortpflanzungsgeschwindigkeit nur wenig. und Thalwellen scheinen mit derselben Geschwindigkeit fortzuschreiten. Die

Verschiedenheit in der Kraft, mit welcher die Welle erzeugt wurde, scheint d ihre Fortpflanzungsgeschwindigkeit zu beeinflussen. Bei Drucksteigerung ver erweitern sich elastische Röhren, die Verlängerung ist etwa um 6 mal kleiner weiterung. Bei starker Spannung der Röhre verschwindet die Wellenbewegun als bei schwacher Spannung.

An mit Wasser mässig gefüllten Därmen sieht man mit blossem Auge die Wellen hingehen, reflectirt werden, Interferenzen bilden etc. Schaltet man an ein gleichweites Glasrohr ein und hat man in der Flüssigkeit Staubtheilchen pendirt, so kann man an ihnen die Bewegung der die Stelle bildenden Wasserth diren. Man darf aber nicht ohne weiteres die an Därmen beobachteten Ersche die ganz anders gebauten Arterien übertragen.

Weber's Kreislaufsschema. — Eigenthümlich werden die Bewegungsverhältnisse keiten in einem geschlossenen elastischen Röhrencirkel, in welchem wie bei dem Kreislaufe an einer Stelle ein grosser Widerstand gegen die Bewegung, an einer Pumpwerk angebracht ist, welches aus dem einen Röhrenabschnitt in regelmässige Flüssigkeit herausschöpft, um sie in den anderen Abschnitt des Röhrencirkels e

E. H. Weber hat diese Versuchsbedingungen in seinem Kreislaufsschema v Das Pumpwerk ist eine elastische Röhre, an deren beiden Enden Darmstücke i der Herzklappen mit Fäden befestigt sind, sodass sie die Flüssigkeitsbewegung Kompression der elastischen Röhre hervorgebracht wird, nur in einer Richtu Mit diesem künstlichen Herzen steht ein elastischer Röhrencirkel in Verbindun Mitte, dem Herzen entgegengesetzt, ein Schwamm eingeschoben ist, der den S vielfältigste verzweigt und dadurch eine Analogie mit dem Kapillarsysteme hers

Setzen wir die Pumpe in Thätigkeit, nachdem das ganze Röhrensystem unt stimmten Drucke gefüllt wurde, der in allen Röhrenabschnitten überall die gle grösse hervorbrachte, so sehen wir nun Druckschwankungen in dem System In dem Abschnitt desselben, welchem eine bestimmte kleine Flüssigkeitsmen wurde, sinkt der Druck; in dem anderen, dem sie zugeführt wurde, sehen wir entsprechend steigen. Zunächst erweitert sich unter dem ansteigenden Druck stück der Röhre und die Flüssigkeit fliesst hier mit grösserer Geschwindigkeit. die Pumpe nach dieser ersten Bewegung ruhen, so wird sich langsam die G Druckes wieder herstellen, indem ebenso viel Flüssigkeit durch die Lücken des in den Röhrentheil mit geringerem Druck zurückströmt, als aus diesem entzoge

Wiederholen wir aber das Pumpen früher, als der Druck sich ausgeglichen hat, als das Aequivalent der ausgepumpten Flüssigkeitsmenge den Schwamm durchse so wird die Druckdifferenz in beiden Abschnitten im gleichen Sinne noch ges erhöhte Druck muss nun die Flüssigkeitsbewegung in dem ganzen Sy schleunigen.

Lassen wir das Pumpen rasch, mit gleicher Kraft, rhythmisch erfolgen, Pumpenbewegung eine gleiche Flüssigkeitsmenge überpumpt, so muss ein Ze treten, in welchem der Druck in dem zweiten Abschnitte genau so hoch gesteig in der Ruhepause der Pumpe ebenso viel Flüssigkeit aus diesem Abschnitt in zurückströmt, als diesem durch eine Pumpenbewegung entzogen wurde. Nu in dem Systeme einen konstanten Strom, welcher der Blutbewegung ganz an vorgebracht, und zwar durch den gesteigerten Druck in dem zweiten Röhre der dem arteriellen Systeme des Blutkreislaufs entspricht. Dem hohen Druck (dem arteriellen), correspondirt ein entsprechend geringer in dem ersten (veno systemtheile. Der Druck wechselt dabei in den weiten Röhrenabschnitten natü dig etwas, er nimmt auf der einen Seite während der Pumpenbewegung zu, wä Ruhe ab, umgekehrt verhält er sich auf der anderen Seite das Systems.

Die Blutbewegung.

den Vorgängen, wie sie bei dem Strömen von Flüssigkeiten in starren schen Röhren eintreten, erklären sich die Erscheinungen bei Beobach- Kreislaufs unter dem Mikroskope, ebenso der grösste Theil der Bewe- es Blutes in den weiteren Gefässen. Die Langsamkeit des Wandstromes pillaren entspricht vollkommen dem, was wir über die Flüssigkeitsbe- n engen Röhren auch sonst beobachten. Warum die weissen Blut- n im Randstrom schwimmen, ist dagegen nicht ganz klar, besonders da en specifisch leichter sind als die rothen Blutkörperchen, wie wir aus windigkeit, mit der sie sich im stehenden Blute senken, erfahren haben. ber hat mit Hülfe der weissen Blutkörperchen die Geschwindigkeit des mes in den Kapillaren des Frosches gemessen, er fand sie mehr als zehn- ger als die des Axenstromes, im Mittel in zwei Beobachtungsreihen 0,0147‴ und 0,027‴ in der Sekunde. Das Rollen der fliessenden rchen auf ihrer Bahn zeigt uns eine direkte Wirkung der verschiedenen digkeit in den koncentrischen Flüssigkeitsschichten des Gefässes.

Blutgefässe mit dem Herzen sind ein in sich geschlossenes System ela- Röhren. Wenn die Gesammtmasse des Blutes in ihm gleichmässig ver- so steht, wie man angiebt, das Blut immer noch unter einem gewissen, Druck, der beweist, dass die Blutmenge etwas grösser ist, als dem n Gesammt-Gefässlumen entspricht; die Gefässwände werden etwas nt. In diesem Systeme gefüllter elastischer Röhren wird nun dadurch kunterschied an verschiedenen Stellen hervorgebracht, dass durch das en einen Röhrenabschnitt eine bestimmte Flüssigkeitsmenge eingepresst e aus einem anderen Röhrenabschnitt entnommen wurde. Die elasti- räfte des Systemes reichen für sich aus, diese Ungleichmässigkeit der itsvertheilung und damit den Druckunterschied wieder auszugleichen. stärker gespannten Stelle entsteht eine Strömung zu der weniger ge- bis die Ausgleichung geschehen ist. Es leuchtet ein, dass diese Strö- so langsamer gehen muss, je grösser die Widerstände sind, die der itsbewegung entgegenstehen. In einem Systeme weiter Röhren wird sie her geschehen, als in einem solchen, wo, wie bei dem Blutgefässsystem den weiten Gefässen eine grosse Anzahl sehr enger, bedeutenden Wider- tender Haarröhrchen eingeschaltet sind.

darf sich die Herzbewegung nicht als den alleinigen Grund des s in den Gefässen vorstellen. Die mikroskopische Beobachtung zeigte n, dass zu einem Durchpressen des Blutes durch die Adern die Pump- Herzens offenbar nicht ausreicht. In den kleinsten Gefässen, in Arterien en und Kapillaren findet sich nämlich ein konstanter, gleichmässiger der nicht mehr von der Herzbewegung rhythmisch beschleunigt wird, den grösseren Venen sehen wir dasselbe. Anders ist es in den grösseren , in denen wir die rhythmische Pulsschwankung durch die Herzkon- n beobachteten. Es liegt auf der Hand, dass wenn die Herzpulsation nige Grund der Blutbewegung wäre, diese in allen Gefässen nicht nur in rien einen rhythmischen Charakter entsprechend der rhythmischen Herz- g besitzen müsste. Wir sahen dagegen den Puls in den enger werden-

den Arterien immer mehr abnehmen und endlich ganz verschwinden
Stelle tritt ein ununterbrochen gleichmässiger Strömungsvorgang, der
direkt und allein von der Herzbewegung abhängig sein kann. Der G
Blutbewegung ist in Wahrheit nicht sowohl in der
traktion, sondern in dem bedeutenden Druckunters
suchen, der sich, in Folge des beständigen Einpumpens von
aus der venösen in die arterielle Hälfte des Gefässsystemes, zwis
Venen und Arterien zu Gunsten der letzteren findet
diesen Druckunterschied in den Gefässen direkt bestimmt. Man kann
schon durch das Betasten der Gefässe beurtheilen, wobei sich die A
gefüllt, die Venen schlaff anfühlen. Wenn man eine Oeffnung in e
Arterie macht, so sprützt das in ihr unter hohem Druck befindliche Bl
tigem, mehrere Fuss hohem Strahle hervor, während es aus den Ven
ausfliesst ohne nennenswerthe Steigung. Verbindet man mit einer
der Gefässwand ein Rohr (Manometer), so kann man, wie die Hyd
aus dem Steigen der Flüssigkeit in der Röhre den Druck erkennen,
Gefässe herrscht Lässt man das Blut selbst in das senkrechte Ma
hereinsteigen, so erreicht es darin eine bedeutende Höhe, die man m
Hales hat die ersten Bestimmungen der Art ausgeführt. Er band ei
in eine Arterie und mass die Höhe, bis zu welcher das Blut in d
stehenden Röhre anstieg. Beim Pferde betrug sie 8—10 und mehr
wöhnlich benützt man als Haemodynamometer ein Queck
meter und lässt die Quecksilbersäule desselben durch das Einströme
heben. Man misst dann die unter dem Blutdruck zu Stande gekomm
silbersäulenerhebung und bezeichnet sie als Blutdruck in Millime
silber (Poiseuille). In den Arterien ist der Blutdruck, da die Widerst
weiteren Röhren gegen die in den Kapillaren fast verschwinden,
ähnlich, doch nimmt er selbstverständlich gegen die Zweige zu stetig
Aorta schätzt man den Blutdruck zu 250 Mm. Quecksilber = 3 Me
der Arteria brachialis des Menschen hat ihn Faivre zu 110—120
silber direkt bestimmt. Durch Multiplikation der Quecksilbersäulene
etwa 13,5 erhält man den Druck ausgedrückt in Blutsäulenhöhe.
Druck beträgt nach Poiseuille, Ludwig, Volkmann u. v. A. beim
Hund 150, Kaninchen 70—100 Millimeter Quecksilber in der Karotis u
Bei Fischen fand man 18—40, bei Fröschen 25 Mm. in den zugänglich
In den Kapillaren lässt er sich nicht direkt messen, er wird sich n
änderlichen Weite der Kapillaren verändern können. Er steigt und f
allgemeinen Blutdruck. Beutner fand den Druck in der Lungenarteri
mal geringer als in der Aorta. In den Venen dagegen ist er sehr
in den ganz grossen dem Herzen sich nähernden wird er = 0, e
negativ.

Dieser bedeutende Druckunterschied ist für sich im Stande, d
aus den Arterien in die Venen durch das Kapillarsystem hindurch no
halten, wenn das Herz plötzlich seine Thätigkeit einstellt, z. B. auf V
Nach und nach erst stellt sich ein zwar nie vollkommenes, aber
Gleichgewicht des Druckes in den beiden Gefässabschnitten ein, u
bewegung hört auf. Beginnt das Herz nun seine Thätigkeit nach

ler, so wird dadurch der Kreislauf in alter Weise nicht sogleich wieder
. Sobald das Herz aus dem venösen Systeme durch eine erste Kon-
ieder Blut in die Arterien eingepresst hat, entsteht ein freilich noch ge-
ckunterschied zu Gunsten der letzteren. Die Ausgleichung desselben
h die enormen Widerstände der inneren Reibung in den Gefässen, vor-
den Kapillaren so verzögert, dass die zweite Kontraktion des Herzens
n Druckunterschied vorfindet und denselben durch ein weiteres Ein-
och vermehrt. Die Geschwindigkeit des Blutstromes in den Kapillaren
bei mit dem steigenden Drucke zu. Bei jeder folgenden Herzkontraktion
en sich dieselben Bedingungen, das Blut wird unter dem steigenden
mer rascher fliessen, bis endlich in der Zeit zwischen einer Systole und
en genau eben so viel Blut durch die Kapillaren in die Venen einströmt
rz aus diesen in die Arterien einpresst: über diese Grenze kann nun
bleibender Stärke der Herzkontraktionen weder Druck noch Geschwindig-
steigen, es tritt eine Konstanz der Verhältnisse ein. Der Blutdruck in
ien ist nun so hoch, dass er zur Bewerkstelligung des Kreislaufes aus-
s Herz hat nur die Aufgabe, die Druckunterschiede konstant zu erhalten.
k in den Gefässen setzt also die rhythmischen Blutbewegungen, welche
ontraktion verursacht, in einen kontinuirlichen Strom um, wie er allein
rfnissen des höheren animalen Organismus und seiner Gewebe entspricht,
n ohne Störung ihrer Funktionen keinen Augenblick die Blutbewegung
hen werden darf. E. H. Weber vergleicht die Arterien mit der Windlade
el, welche die Aufgabe hat, die von den Bälgen in sie eingepumpte Luft
nzuhäufen und diese dann unter einem hohen und gleichmässigen
alle mit ihr in Verbindung stehende Pfeifen einzupressen. Während
le der Kammer steigt der Druck in den Arterien an, während der
inkt er. Diese Schwankungen werden um so geringer, je kleiner die
nd je grösser die Pulszahlen sind.

Menge des Blutes, welche eine Systole überpumpt, hat man nach ver-
n Methoden zu etwa 150—190 Gramm bestimmt. Direkte Ausmes-
es Inhaltes des todten Ventrikels haben für diese Bestimmung keinen
a man dabei die normale Spannung der Herzwände nicht einmal an-
nachzuahmen vermag. Volkmann berechnet die Blutmenge, welche in
e aus dem Ventrikel strömt, aus der Geschwindigkeit des Blutstromes
rta und dem Querschnitte ihres Lumens, und berechnet die so gefun-
ge auf die Zeit eines Herzpulses. Die Rechnung ergab ihm etwa $^1/_{400}$
ergewichtes, was den oben angeführten Zahlen entspricht. Vierordt
diesen Werth für die linke Kammer zu 180 Gramm Blut. Dieselbe
e wird in der gleichen Zeit vom rechten Herzen in die Lungenarterie,
n Arteriensystem des grossen Kreislaufs in das Venensystem übergeführt
), da ja die Blutbewegung eine kontinuirliche ist.

lche Bemerkungen. — Die Blutentziehung. Die Spannung in dem Gefässsysteme
h dem Gesagten unter dem Einflusse der Häufigkeit und Stärke der Herzbewegung
und je rascher die Systole Blut in die Arterien einpresst, desto grösser muss der
erden, um in der gleichen Zeit diese grösseren Blutmengen oder die gleichen Blut.
in kürzerer Zeit durch die Kapillaren zu pressen. Im Allgemeinen steigt und sinkt
k auch mit der Zu- und Abnahme der Gesammtblutmenge, wie die für den Arzt

sehr wichtigen Bestimmungen des Blutdruckes unter der Wirkung des Aderl welche ein mögliches Sinken des Blutdruckes bis unter die Hälfte der anfänglic Höhe erkennen lassen. Auch die Geschwindigkeit der Blutbewegung nimmt da MANN's Bestimmungen ab. Diese Abnahme der Blutgeschwindigkeit liegt in chung der Herzkraft durch den eingetretenen Blutmangel, unter welchem die keit aller Organe leidet. Das Herz pumpt weniger energisch, presst bei der Blut in die Arterien ein, der Druck im Arterienrohr muss dadurch sinke wieder die Blutgeschwindigkeit, die ja von jenem direkt bedingt wird. Na ziehung sehen wir nach kurzer Zeit (am Haematodynamometer) den Druck wie Eine chemische Untersuchung des Blutes nach starken Aderlässen ergiebt kon unbeträchtliche, procentische Wasserzunahme desselben. Aus beiden Thatsa schliessen, dass nach der Blutentziehung eine Aufsaugung von Ernährung den Geweben in das Blut stattfindet und zwar muss diese aufgesaugte Fl ziemlich geringen Procentgehalt an festen Stoffen haben. Diese gesteigerte weisen auch Versuche, welche zeigen, dass unter der Haut, in Wunden ge Flüssigkeiten durch einen Aderlass in ihren Wirkungen auf den Organism werden können. Auffallend ist es, wie selbst geringere Blutentziehungen d des Organismus herabsetzen, und wie rasch durch sie ein Nachlassen der no kraft nicht nur des Herzens, sondern auch der Stammmuskulatur erfolgt, wie zustände, Zittern, Ohnmachten zeigen, die in ihrem Gefolge sich einstellen. wie schon eine verhältnissmässig geringe Abnahme der Oxydationsbedingun den Stoffwechsel des Organismus herabsetzen und seine auf jenem beruhen alteriren kann. Noch früher als die der Muskeln leidet die Thätigkeit der Leber und Nieren stellen ihre Sekretion bald ganz ein (J. RANKE). Es leucht Therapie in der Blutentziehung ein wichtiges Mittel besitzt, die Organfunktionen

Die Herzarbeit.

Es ist interessant, die Kraftentwickelung kennen zu lernen, we bei seinen Kontraktionen ausübt. DANIEL BERNOULLI und nach ihm der Entdecker des Gesetzes der Erhaltung der Kraft, haben zuerst n Principien die Herzarbeit berechnet. Man kann die hier wirksam w in Kilogrammetern berechnen, d. h. finden, wie viel Kilogramme in ei Zeit bis zu 1 Meter Höhe gehoben werden können, wenn wir die B den Druck kennen, unter welchem sie in derselben Zeit aus dem strömt. Wir machen dabei die Voraussetzung, dass die Herzko alleinige Kraftursache sei, welche das Blut austreibt. Sicher tritt a kung der elastischen Kräfte der Kammern und Vorkammern gegen traktion so sehr in den Hintergrund, dass wir sie getrost vernachläss

Berechnen wir zuerst die Arbeit des linken Ventrikels. Nach trägt die Menge der während einer Systole aus jeder Herzkammer a Blutmenge, wie wir schon angegeben haben, 0,188 Kilogramm. Blutdruck in der Aorta beträgt etwa 250 Millimeter Quecksilberdruc Blutsäule von 3,21 Meter (DONDERS) entspricht. Die gesuchte Gröss jede Systole $0,188 \times 3,21$ Kilogrammeter $= 0,604$ Kilogrammeter. nute kommen im Durchschnitt 75 Herzkontraktionen, so berec Arbeitsleistung des linken Herzens allein auf 64800 Kilogramme Tage. Da der Blutdruck in der Pulmonalis etwa dreimal schw in der Aorta, so ist die Arbeitsleistung des rechten Herzens in nur der dritte Theil der von dem linken Herzen ausgeübten. Sie b

: 21900 Kilogrammeter. Mit anderen Worten: die Arbeit des Herzens einem Tage im Stande sein, 86700 Kilogramme einen Meter hoch zu r, was dasselbe ist, ein Kilogramm 86700 Meter hoch. Wie gross diese stung ist, wird erst recht anschaulich, wenn wir weiter unten erfahren, grösste Arbeitsleistung eines Arbeiters im Tage (8 Arbeitsstunden) nur 000 Kilogrammeter beträgt, also noch nicht 4 mal mehr als die Herz- ie gesammte Herzarbeit wird durch die Widerstände im Gefässsystem, innere Reibung verbraucht, d. h. in Wärme verwandelt. Mit der ge- Arbeitsleistung steht die geringere Muskelstärke des rechten Herzens in .

rdt legt seine auf anderem Weg berechneten etwas kleineren Zahlen seiner Be- der Herzarbeit zu Grunde und kommt somit zu etwas kleineren Werthen. Er den Nutzeffekt der linken Kammer zu 0,54 Kilogrammmeter in der Sekunde.

Geschwindigkeit der Blutbewegung in den Gefässen.

hat nach verschiedenen exakten Methoden die Geschwindigkeit der Blut- in den Blutgefässen direkt bestimmt. In der Karotis grösserer Säuge- chläuft das Blut in der Sekunde eine Wegstrecke von etwa 1 Fuss. Bei ergeben die Versuche etwa 232, bei dem Hunde 261, bei dem Pferde eter (Vierordt). Gegen die Kapillarausbreitung nimmt die Blutge- keit mehr und mehr ab, in den Kapillaren selbst beträgt die Strom- igkeit des Axenstromes beim Frosch etwa 0,5 Mm. (E. H. Weber), bei en 0,8 Mm. in der Sekunde. In der Metatarsea des Pferdes bestimmte den Druck noch zu 56 Mm. In den grösseren Venen ist die Geschwin- n 0,5 bis 0,75 mal kleiner als in den ihnen entsprechenden Arterien. Grund dafür, dass in den Arterien das Blut allmählich langsamer, am lang- n den Kapillaren fliesst, dass die Geschwindigkeit dagegen in den Venen tung von den Zweigen gegen die Stämme grösser wird, liegt in der Verände- eite des Blutstrombettes. Es ist, wie oben gesagt, leicht nachzuweisen, er Theilung einer Arterie zwar die einzelnen Aeste enger sind als der ss aber die Summe der Querschnitte der Aeste fast ausnahmslos grösser Querschnitt des Stammes. So erweitert sich also mit der Verästelung das bett mehr und mehr, der weiteste Abschnitt des Gesammtquerschnittes ahn ist der, in welchem sich die engsten Gefässe finden, die Kapillar- Ganz analog ist auch die Verzweigung der Venen, sodass die Blutmasse, en Kapillaren herkommt, in ein enger und enger werdendes Bette ein- wird. Die Stromgeschwindigkeiten in den in ihrem Lumen vereinigt Gefässabschnitten: Stämme, Aeste, Zweige, Kapillaren verhalten sich Gesetzen der Flüssigkeitsbewegung in Röhren von verschiedenem Quer- othwendig umgekehrt, wie die Querschnitte des Gesammtlumens. Die digkeit nimmt, wie wir oben gesehen haben, mit der stattfindenden Er- g des Lumens ab, mit der Verengerung zu.

ohl das Blut stossweise aus dem Herzen in die Arterien eingepresst wird, h auch in ihnen (nach den oben dargelegten Gesetzen der Flüssigkeits- g in dem Weber'schen Kreislaufsschema) die Strömung eine ununter- , jedoch mit stossweiser Beschleunigung. Jede Kammersystole steigert

nach VIERORDT die Geschwindigkeit in den grösseren Arterien u
Dieser Einfluss der Kammersystole nimmt, wie die Gefässe des P
Spannungszuwachs des Blutes, ebenfalls wegen der Erweiterun
bettes, gegen die Arterienzweige zu mehr und mehr ab, um je m
der Herzaktion in den peripherischen Arterien früher oder später e
finden. In den Kapillaren fliesst daher das Blut **gleichmässi**
torische Veränderung der Geschwindigkeit. Auch in den Venen
gemeinen der Blutstrom ein kontinuirlicher sein, doch macht sich
Reihe von accessorischen Einflüssen geltend, die unten mit der
Athembewegungen gemeinschaftlich besprochen werden sollen.

Betrachten wir die einzelnen Gefässe, welche zu einem Gesammtquersc
systemes gehören, so müssen auch hier die Blutgeschwindigkeiten versc
nachdem die Widerstände in einem oder dem anderen grösser oder ger
wissen, dass der Widerstand wächst mit der abnehmenden Weite der R
mittleren Geschwindigkeiten in den Zweigströmen nach dem verschiedene
winkeln verschieden sind, dass knieförmige Biegung der Röhren den Stro
samen.

Nach der Durchschneidung der Gefässnerven, nach der Reizung der
sekretorischen Nerven in den Muskeln und Drüsen (BERNARD, LUDWIG u. A
Blutgeschwindigkeit in den betreffenden Gefässprovinzen sich verändern, u
Das Gleichgewicht zwischen den Widerständen und dem Spannungsuntersch
und Venensystems, wird dabei durch eine Erweiterung der Arterien und
Widerstandes lokal gestört, sodass unter diesen Umständen die Pulswelle
Blutbeschleunigung in die Kapillaren und sogar in die Venen übergehen kan
hier auch an die Beobachtung zu erinnern, dass die Kapillaren kontrak
Lumen aktiv veränderlich, wodurch der Widerstand gegen die Blutbeweg
Maasse beeinflusst werden muss. Es ist klar, dass auch die Blutmenge, we
theil in der Zeiteinheit erhält, und damit die Blutvertheilung im Körper
ist von der Zahl und Weite der zuführenden Arterien und der Stromgeschw
selben. VOLKMANN und VIERORDT erörterten diese Fragen, welche für die L
lauf und den gesammten Stoffwechsel sehr wichtig ist, für die Verhältnisse
näher. Die Sekundengeschwindigkeit des Blutes in der Karotis beträgt 26
den Querschnitt der menschlichen Karotis bestimmte VIERORDT zu 0,63

Fig. 119.



Durchflussmenge in der Sekunde 261 mal 0,63 =
meter (cf. oben S. 421). Der Querschnitt der
0,99 □CM., bei gleicher Geschwindigkeit wi
ist die Durchflussmenge 25,8 □C. C. M. Somi
die A. Anonyma in 1 Sekunde 16,4 + 25,8 =
Querschnitt der Anonyma ist 1,44 □CM., der de
bar **hinter** dem Abgang der Anonyma 4,39 □
Blutgeschwindigkeit in beiden Gefässen gleich,
das genannte Aortenstück in einer Sekunde 129 CC
die Geschwindigkeit im Arcus Aortae ist aber etw
die Durchflussmenge also 161 CCM. Rechnet
CCM. der Anonyma und 4 CCM. für die Coron
erhält man 207 CCM. = 219 Gramm Blut, wel
aus der linken Herzkammer ausgetrieben werden. Da auf 1 Sekunde 1,2
so treibt jede Systole 172 CCM. = 180 Gramm Blut aus (VIERORDT).

Methoden zur Bestimmung der Blutgeschwindigkeit. — VOLKMANN konstruir
der Stromgeschwindigkeit in den Gefässen das **Haemodromometer**,
Wasser gefüllte U-förmig gebogene Glasröhre von bekannter Länge und Vo

inen in die Arterie eingebundenen, doppelt durchbohrten Hahn, der die Blutströ- zuerst in der gewöhnlichen Richtung gestattet, plötzlich in den Strom der Arterie n kann. Mit der Uhr bestimmt man die Zeit, in welcher alles Wasser aus der Röhre Blut verdrängt ist. Eine längere und vergleichende Beobachtung an derselben Arterie t Ludwig's Stromuhr. Zwei kugelige Glasgefässe von bekanntem Volumen kann rch zweckmässige Hahneinrichtung sich abwechselnd füllen lassen, während jedes- Flüssigkeit, welche zur Füllung des einen diente (Oel), in das andere hinüber ge- wird. Das Instrument erlaubt durch Verbindung mit Druckmessern etc. eine sehr mene Untersuchung der Cirkulationsverhältnisse. Vierordt bestimmt die Blut- ndigkeit aus dem Ausschlag eines in das strömende Blut gehängten Pendelchens: otachometer, in analoger Weise, wie man die Geschwindigkeit der Wasser- ng in Flüssen misst. Der Apparat besteht aus einem primär mit Wasser gefüllten gnen Kästchen mit parallelen Glaswänden, das in die Strombahn eingeschaltet wird. der Einflussmündung senkrecht herabhängendes Pendelchen wird vom Blutstrom kt und zwar um so mehr, je grösser die Geschwindigkeit ist. Das Pendel endet in ernes Kügelchen, welches jederseits mit einer feinen Spitze die Seitenglaswand mög- ohne Reibung berührt. Die Spitzen lassen durch die sonst undurchsichtige Blut- e die Pendelablenkung erkennen. Jede Kammersystole vermehrt die Ablenkung, mit dem Apparat auch die Pulszahlen abgelesen werden können. An einem aussen Seite angebrachten Kreisbogen liest man die Pendelexkursionen ab, welche Anhalts- zur Berechnung der vorbeiströmenden Flüssigkeitsmenge lieferte.

Die Kreislaufszeit.

ing hat zuerst Versuche gemacht, die Zeit zu bestimmen, welche ein chen braucht, um den ganzen Umlauf zu vollenden, um also z. B. von a jugularis externa der einen Seite in das rechte Herz, Lunge, linkes Herz ch die Aortenverzweigungen, Kapillaren, Venen zur Jugularis der anderen fliessen. Er sprützte eine Lösung eines chemisch leicht nachweisbaren Ferrocyankalium in die eine Vene, z. B. Jugularis, ein und sammelte von enblick des Einsprützens an von je 5 zu 5 Sekunden das aus der an- en gleichnamigen Vene der anderen Körperseite austropfende Blut. In e bekam er so 12 Blutproben, deren Serum er mittelst Eisenchlorid auf esenheit von Ferrocyankalium prüfen konnte, diejenige Probe, welche e Bläuung durch gebildetes Berlinerblau zeigte, gab die Dauer eines Kreis- , die Zeit, welche die eingespritzte Flüssigkeitsmenge gebraucht hatte, g durch die Kreislaufsorgane zurückzulegen. Vierordt hat mit einer, be- der Zeitbestimmung verschärften Methode diese Versuche fortgesetzt. Die hnittliche Dauer eines Blutumlaufes beträgt nach Hering beim Pferde kunden, nach Vierordt bei jungen Eichhörnchen 4,39, Katze 6,69, Igel Kaninchen 7,79, Hund 16,7, Huhn 5,17, Bussard 6,73, Enten 10,64,),86 Sekunden. Beim Menschen berechnet sie Vierordt zu 23 Sekunden.

n hat der Methode zum Vorwurf machen wollen, dass die Länge der verschiedenen Blut- n, welche dem eingesprützten Salze offenstehen, sehr verschieden seien, dass man nicht welcher derselben eingeschlagen wurde. Vierordt hat die aus dem Einschlagen ver- ener Bahnen hervorgehenden Zeitdifferenzen direkt gemessen. Er fing das Blut zur gleichzeitig aus zwei verschiedenen Venen auf, der Jugularis und Kruralis und in- n die Jugularis der anderen Seite. Bei dem Hunde betrug die Kreislaufszeit zwischen Jugularvenen 16,32, zwischen Jugularis und Kruralvene 18,08, die Differenz ist also

nur eine geringe = 10 %. Vierordt erklärt diese nahe Uebereinstimmung dad
den kleinen Gefässen und namentlich in den Kapillaren das Fliessen am langsam
diese Verzögerung ist aber allen Bahnen gemeinsam, während es bei der bede
geschwindigkeit in den grossen Gefässen ziemlich gleichgültig ist, ob ein Thei
nah oder fern liegt, ob diese rasch durchlaufene Strecke etwas länger oder k
Allgemeinen bestätigt dieser Versuch die aprioristisch wahrscheinliche Mein
zuerst nachweisbaren Spuren des Ferrocyankaliums den Kreislauf auf dem kür
stehenden Weg zurückgelegt haben.

Aus dieser kurzen Zeit, welche zur Vollendung eines Kreislaufs erforderlich
sich die fast momentane Wirkung mancher direkt ins Blut gebrachter (eingespr
z. B. der Blausäure, der Strychninlösung.

Die Schwankungen in der mittleren Kreislaufszeit hängen bei dem
duum zunächst ab von der Zahl und Grösse der Herzkammersystolen
Pulsfrequenz etwas zu, so wird die Kreislaufszeit ein wenig abgekürzt, bald
ein Punkt, wo sie wieder zunimmt, weil bei grösserer Pulsfrequenz die Systo
weniger ausgiebig werden, sodass durch starke Vermehrung der Pulsfrequen
Fieber stattfindet, die Kreislaufsdauer über die normale verlängert wird.
die Kreislaufszeiten in der Jugularisbahn von Pferden von einem Alter von
21,1 Jahren zu 22.5 25,0 und 29,2 Sekunden. Daraus geht hervor, dass bei jü
ren die Kreislaufszeit etwas kürzer ist als bei älteren. Die Körpergewichtseinh
empfängt in der Zeiteinheit beträchtlich viel mehr Blut, auch wegen der rel
Gesammtblutmenge. Namentlich auffallend ist diese Mehrzufuhr von Blut zu de
organen des Kindes, woraus sich nicht nur das rasche Wachsthum dieser Organgr
auch die kindliche Neigung zu Körperbewegung in Spielen, Laufen etc. erklärt (J. R
fand bei Hengsten die Kreislaufsdauer etwas kürzer als bei Stuten: 25,4 und 2
Grössere und schwerere Thiere haben eine bedeutend langsamere Kreislaufsz
derselben Art. Bei Hunden von 1,8 und 22,5 Kilogramm Körpergewicht fand V
Dauer des Kreislaufs zu 10,44 und 19,37 Sekunden. Das Verhältniss der mittle
trikelsystole ausgetriebenen Blutmasse zur Gesammtblutmenge des Körpers
zunehmender Körperlänge und Schwere. Vierordt fand auch die arterielle Str
digkeit grösser bei kleineren als bei grösseren Thieren derselben Art, sodass
Verhältnisse sich ergeben, wie zwischen jüngeren und älteren Thieren. Dur
thätigkeit fand Hering bei Pferden den Blutkreislauf (der Jugularisbahn) bes
Kreislaufszeit war nach dem Herumtreiben im Trabe nur 17,5, während sie
22,5 Sekunden betrug. Nachts ist der Blutlauf langsamer als am Tage.

Der Puls.

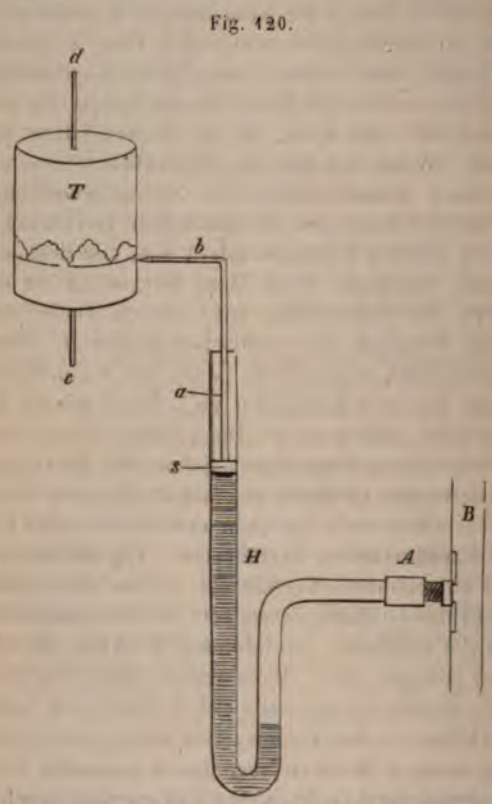
Die konstant unter der Wirkung des höheren Druckes in den A
tretende Entleerung derselben, der dagegen nur rhythmisch erfolgende
verlorenen Flüssigkeitsmengen durch die Herzaktion machen die Blutb
den Arterien zu einer doppelten. Einmal sehen wir ein konstantes
ihnen durch die Druckwirkung der Wände erzeugt, welches auch nac
der Herzaktion bis zur annähernden Ausgleichung der Druckuntersc
geht. Mit dieser konstanten Strömung mischt sich, wie sich aus de
geführten Untersuchungen der Flüssigkeitsbewegung in elastischen Röh
eine Wellenbewegung, deren Ursache das rhythmische Bluteinpumpe
zens ist. Diese Wellenbewegungen, die sich in den Arterien als ei
erhöhung während der Systole, als eine Druckerniedrigung während d
des Herzens zu erkennen giebt, wird als Puls bezeichnet. Normal

in der Minute auf. Der Puls ist am stärksten in den grössten, dem am nächsten gelegenen Arterien, in den kleineren sehen wir ihn schwächer und meist schon, ehe sie in Kapillaren übergehen, ganz verschwinden. s ist eine Ausdehnung der Arterien durch die während der Systole in sie sste Blutmenge. Man kann an oberflächlich unter der Haut liegenden blossgelegten Arterien mit freiem Auge sehen, dass diese Ausdehnung e bei anderen elastischen Röhren sowohl die Weite als die Länge des Ge- ergrössert. Diese Ausdehnung tritt, wie dort, in der ganzen Länge des ystemes nicht gleichzeitig auf. Wenn das Blut in das Anfangsstück der ingepresst wird, so wird dieses zuerst ausgedehnt. Seine elastischen nachen sich nach Aufhören der Wirkung des übermächtigen Herzdruckes geltend. Sie üben einen Druck auf den flüssigen Inhalt aus, der den ein- nen Ueberschuss wegzupressen versucht Nach dem Herzen zu ist der eg durch die Klappen versperrt, der Ueberschuss wird sonach weiter vor- gedrängt. Indem sich dieselbe Wirkung der elastischen Kräfte in jedem en mehr ausgedehnten Arterienstück wiederholt, läuft die Ausdehnung llenberg über die Arterienwand hin den Kapillaren zu. Dabei nimmt die er Welle immer mehr ab und wird endlich = 0. Die Ursache dieses Ver- dens des Pulses liegt in verschiedenen Momenten. Schon die Bewegung , die bedeutenden Widerstände in den Gefässen etc. schwächen die Welle nd mehr ab. Dabei kommt vor allem auch die mehr erwähnte starke Er- ng des Strombettes bis in's Kapillarsystem in Betracht. Die Stärke der eht mit ihrer Ausdehnung in umgekehrtem Verhältniss. Wenn sich in den en das Strombett des Blutes auf das 400fache erweitert, wie man annimmt, schon aus dieser Ursache dort die sichtbare, ausdehnende Wirkung der un- cht gedachten Welle 400 mal geringer sein. Dazu kommt noch, dass die ge und dadurch der durch die Systole eingepresste Ueberschuss sich wäh- s Ablaufes der Welle durch Abfluss in das Venensystem immer mehr ver- Nur in ganz seltenen Fällen, wenn z. B. die Gefässe durch Lähmung ihrer erweitert, die Widerstände geringer sind, geht die Wellenbewegung auch in illarsystem und durch dasselbe in die Venen über. Bei den arbeitenden drüsen zeigen die Venen neben dem schon beschriebenen hellrothen Blute ch Puls. Man kann das Fortschreiten des Pulses über die Arterien mit messen. An vom Herzen abgelegeneren Arterien tritt die Ausdehnung d um einen Bruchtheil einer Sekunde später ein als in einer dem Herzen rterie. Die Pulswelle pflanzt sich um 9240 Mm. in der Sekunde fort VEBER). Man darf sich also die Welle nicht als eine kurze, längs der Ar- trollende Welle vorstellen. Die Pulswelle ist so lang, dass nicht einmal zige ganze Welle Platz hat in der Strecke von dem Anfang der Aorta bis enspitze. Nehmen wir an, dass eine Zusammenziehung des Herzens nde dauert, so ist der Anfang der Welle schon 3080 Mm. (mehr als 9 Fuss) tgeschritten, während ihr Ende in der Aorta entsteht. Es wird also len Puls sehr rasch das ganze Arterienrohr ausgedehnt, das sich dann ngsamer vom Herzen weg wieder verengert.

arate zur Pulsmessung. — Der Puls bietet für die Diagnose und Therapie in Krankheiten tige Anhaltspunkte, dass es wichtig ist, seine normalen Verhältnisse genau zu kennen, rtheilen zu können, ob sie in krankhaften Zuständen Aenderungen erfahren haben.

Man hat, um den Puls hiezu mit physikalischer Schärfe beobachten zu können,
zur Pulsmessung ersonnen, welche die subjektiven Empfindungen des p
Fingers, unter Umständen freilich das beste Beobachtungsinstrument, der objekti
tung und Messung zugän
sollen. Bei Thieren ist es
Beobachtung in eine Arter
meter (Haemodynamom
fügen, wie wir das an an
und elastischen Röhren ol
ben haben, und die du
hervorgebrachten Drucks
an dem Auf- und Nied
Quecksilbers an der Ska
sichtbar zu machen. Lud
graphion schreibt die D
kungen des Blutes sel
(Fig. 120). In das Quecks
nometerröhre wird ein leic
mer eingesetzt, der an se
der Röhre vorstehenden
queraufgesteckten Pinsel
zweckmässigen Schreib
der den Bewegungen d
bers auf- und abwärts f
sel schreibt diese Bewegu
durch ein Uhrwerk mit g
Geschwindigkeit um ein
Axe sich drehende Trom
Papier beklebt ist. Es en
den Verlauf der regelmä
schwankungen Kurven auf
an denen die Pulsverän
messenden Beobachtun
werden. Bei dem Mensc
sich diese Methode nicht
bringen lässt, benutzt m
das Hindurchgehen des

Fig. 120.



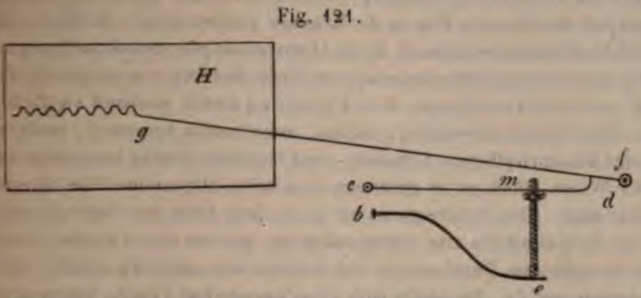
T Kymographion-Trommel um die Axe *c d* beweglich. *B* die Arterie. *A* Ansatzstück, welches die Arterie mit dem Manometer *H* verbindet. *a s* der Schwimmer, welcher auf dem Quecksilber aufsitzt. *b* schreibender Pinsel.

stehende seitliche Ausdehnung der Arterie, die man sich ebenfalls selbst durc
Sphygmographen graphisch darstellen lässt. Vierordt, dem wir diese
danken, setzte auf die Arterie ein Knöpfchen, dessen Hebungen einen Fühlhe
Ein an dessen Spitze angebrachter Pinsel schreibt auf der eben beschriebenen
Kymographion seine Kurven. Marey hat ein sehr kompendiöses Instrument a
für den Arzt eine leichtere Verwendung gestattet als das Vierordt'sche (Fig. 1
hebel, der hier durch eine auf die Arterie aufgedrückte Feder bewegt wird,
und an seiner Spitze mit einer Art Schreibfeder versehen, die seine Bewegunge
Papier bezogene Aluminiumplatte aufschreibt, welche mit gleichbleibender Ge
durch ein kleines Uhrwerk vorübergezogen wird. Das Uhrwerk passt mit dem
rat zusammen in ein kleines Kästchen, das leicht in der Tasche getragen werde

Fick's Federkymographion zur Messung des arteriellen Blutdrucks
einer kreisförmig gekrümmten hohlen Messingfeder, die mit Alkohol gefüllt
Ende der Feder wird durch einen elastischen Schlauch mit der Arterie in Ve
setzt, das freie Ende zeichnet die Druckschwankungen auf das Kymographion.

den zeitlichen Verlauf des Pulses messen zu können, muss die Umdrehungs- ...indigkeit der Trommel, die Laufgeschwindigkeit der MAREY'schen Platte bekannt sein.

Fig. 121.



H die durch ein Uhrwerk bewegte Platte, fg die auf dieser schreibende Feder, e b der auf die Ader aufgedrückte Knopf im Durchschnitt.

...t dem Zirkel zu messende Abstand der Kurven belehrt uns dann über die Zeit, welche ...en je zwei Pulsschlägen verstrich, ebenso kann man auch die Dauer der Wandaus-...ng der Arterie auf die gleiche Weise direkt messen, da ja bei der bekannten, gleich-...den Bewegung ein zurückgelegter Weg direkt der Zeit proportional ist, welche zu ... Zurücklegung erforderlich war. Zur Messung der Pulswelle, der Verspätung des ...in peripherischen Arterien, dient neuerdings am zweckmässigsten der elektrische ...hebel von CZERMAK.

...nschaften des Pulses für die ärztliche Beobachtung. — VIERORDT fand, dass die Zeit der ...nung der Arterie durchschnittlich etwas kürzer dauert als die Zeit der Zusammen-...g: das Verhältniss ist etwa wie 100 : 106. Man bezeichnet das Verhältniss der Ex-...szeit zur Kontraktionszeit als Pulscelerität. Die Dauer der einzeln auf ein-...folgenden Pulsschläge ist bei einem und demselben Individuum ziemlich wech-... sodass sich Unterschiede um mehr als ein Drittel der Zeit finden. Die Höhe der auf ...der folgenden Pulskurven, also der Unterschied im Ausdehnungsgrade der Arterie: ...lsgrösse ist bei demselben Individuum sehr schwankend, fast um das Doppelte. ...grossen Puls wird ein ansehnliches Blutvolumen in die Arterie eingetrieben. Im ...einen ist der Puls gross, wenn er selten und träge ist, klein und oft auch häufig ...er bei geminderter Herzkraft und bei grösseren Widerständen im arteriellen Strom-... — Es ist möglich, mit dem zufühlenden Finger den Puls zum Verschwinden zu brin-... indem man die Arterie durch den ausgeübten Druck verschliesst. Der Arzt schliesst ...er dazu angewendeten Kraft auf den Blutdruck in der Arterie, damit also auf die Ge-...ndigkeit der Bewegung.

...ch dem MAREY'schen Instrument besteht jeder Puls aus zwei Hebungen und Senkun-...die zweite ist so gering, dass sie als eine kleine wellenförmige Erhebung auf dem ab-...den Theile der Hauptpulskurve erscheint. Man kennt den »exquisit doppelschlä-...n, dikroten« Puls als eine Veränderung des normalen Rhythmus in Krankheiten. Man ...die Ursache für diese zweite normale Pulswelle nicht. Vielleicht wird an irgend einer ...im Arteriensystem ein Theil der primären Pulswelle reflektirt. Man hat bei dieser ...rung an die plötzliche Ausdehnung der Semilunarklappen oder an die Theilungsstelle der ...gedacht, keinesfalls entspricht er zwei Kammersystolen. Der pulsfühlende Finger ...ngt zwei Schläge, von denen der erste stärker und länger ist. VIERORDT beobachtete ...rübergehend bei Gesunden während des Gehens. Manche behaupten, er entstehe bei ...obachtung des normalen Pulses mit dem MAREY'schen Sphygmographen durch Eigen-...gungen des Hebels, die natürlich nicht ganz vermieden sind, die sich aber auch bei den ...n Pulsmessinstrumenten mehr oder weniger störend geltend machen können. Der ...tzende Puls entspricht entweder einem wahren Aussetzen eines Herzschlags, einer

fortgesetzten Diastole der Herzkammer, oder die Systole findet dabei statt, ist sie zu schwach, um das Kammerblut gehörig spannen und die Aortenklappen öffnen zu ... Eine negative Pulswelle entsteht, wenn krankhafter Weise die Aortenklappen ... schliessen und bei der Diastole Blut in die Kammer zurückströmt, der Blutdruck sinkt ... Aorta während der Diastole bedeutend. Diese Abspannung pflanzt sich auch gegen die Peripherie ... der Welle fort, aber ohne dass die Strömung des Blutes dadurch eine andere Richtung ...

Die Zahl der Pulsschläge: die Pulsfrequenz wechselt vielfach bei dem ... Individuum. Die kleinste Bewegung, lautes, anhaltendes Sprechen, andere zufällige ... änderungen des Athemrhythmus, Gemüths- und Sinneseindrücke verändern die Puls... in auffallender Weise. Doch ist es gelungen eine Reihe allgemeiner Gesichtspunkte ... Hinsicht aufzufinden. Die Pulsfrequenz ist nach dem Alter des Individuums ver... Sie nimmt von der Geburt bis zum Mannesalter ab, um von da an wieder etwas zuzu... Während der Säugling im Durchschnitt 134 Schläge hat, sinkt die Anzahl zwischen ... und 24. Lebensjahr auf 71. Sie bleibt sich dann längere Zeit gleich, und steigt endlich ... langsam an; im 55. Jahre 72, im 80. 79 Schläge in der Minute. Grössere Individuen ... Allgemeinen einen etwas seltneren Puls als kleinere, ebenso Männer einen seltneren als ... Bei demselben Individuum schwankt der Puls regelmässig nach der Körperstellung, ... langsamt sich durch Liegen und beschleunigt sich durch Aufstehen. Dem Arzte m... Beobachtung bei jedem Krankenbesuche gegenwärtig sein. Bei Geschwächten re... das Aufsetzen im Bette, die erste Aufregung des ärztlichen Besuches hin für einige ... Pulsfrequenz zu steigern. Am Morgen ist die Pulsfrequenz grösser als am Abend; ... Essen steigt sie ebenfalls an. Bei Pflanzenkost soll sich die Pulsfrequenz verlangsamen ...

Für den Arzt mag hier noch die Bemerkung Platz finden, dass die verändert... Herzthätigkeit und des Pulses, die er an Kranken beobachtet, meist seine di... zunächst nicht beansprucht. In vielen Fällen ist die eben vorhanden... weichung von der normalen Thätigkeit die beste Form, unter w... das Herz seine Aufgaben für den Gesammtorganismus bei den be... den Störungen erfüllen kann. Man darf das bei der Auswahl der auf d... wirkenden Medikamente nicht vergessen. Eine künstliche Veränderung der anormalen ... aktion kann, wenn die Störungen fortdauern, die sie bedingt haben, ... direkte Gefahr für das Leben des Patienten herbei führen, da unter den verän... dingungen das Herz nun vielleicht nicht mehr im Stande ist, die Cirkulation bis ... gewissen Grade normal zu erhalten. Das Herz akkommodirt sich dem jeweilig ... Zustand des Gesammtorganismus in wunderbarer Weise. Ueber das Wechselverhältniss ... Herzaktion und der Widerstände in der Blutbahn war schon oben S. 400 die Rede.

Pulsfrequenz, Kreislaufszeit und Blutmenge. — Vierordt zeigte, dass die Hauptfak... Blutumlaufs: Zahl der Herzschläge, Kreislaufszeiten, Blutdruck und umgetrieben... massen unter sich einen gesetzmässigen Zusammenhang erkennen lassen. Die ... Kreislaufszeit einer Säugethier- oder Vogelart ist gleich der durchschnittlichen Zeit, in ... das Herz 27 Schläge vollendet. In der folgenden Tabelle stehen die direkten Versuchserg...

	Körpergewicht (Gramme.)	Pulsfrequenz	Herzschläge ... eines Kr...
Eichhörnchen	222	320	23,7
Katze	1312	240	26,5
Igel	911	(circa) 189	23,8
Kaninchen	1434	220	28,3
Hund	9200	96	26,7
Pferd	380000	55	28,8
Huhn	1332	354	30,5
Bussard	693	282	31,6
Ente	1324	163	25,9
Gans	2822	144	25,8

e auffallende Uebereinstimmung berechtigt zu dem oben schon erwähnten Schluss, e Kreislaufszeit des Menschen bei einer Pulsfrequenz von 72 = 23,1 Sekunde sei. lleren Kreislaufszeiten zweier Thierarten verhalten sich, nach dem VIERORDT'schen z, umgekehrt wie deren Pulsfrequenzen. Nimmt aber die Pulsfrequenz sehr er-h zu, so verliert dieses Gesetz bis zu einem gewissen Grade seine Geltung. Muskel-steigert die Pulsfrequenz sehr erheblich, bei mässiger Körperbewegung steigt der Puls h um 10—20, bei längerer Fortsetzung um 30 Schläge in der Minute, starkes Laufen die Pulszahl um das Doppelte, ja Dreifache der Norm, dabei verringert sich, wie wir hen, die Kreislaufszeit aber nicht in dem Verhältniss, wie die Pulsfrequenz gestei-. Bei dem oben (S. 432) angeführten Versuche HERING's war bei dem Pferde in der Pulsfrequenz 36, Athemfrequenz 8, die Kreislaufszeit 22,5, nach längerem Traben ie Pulsfrequenz auf 100, die Athemfrequenz auf 24, während sich die Kreislaufszeit f 17,5 Sekunden verminderte. Die Athem- und Pulsfrequenz sind auf das Dreifache ert, die Beschleunigung des Kreislaufs ist dagegen nur wie 1,3 zu 1. Dass beim Fieber islaufszeit sogar vergrössert ist, wurde schon oben erwähnt. Die frequenteren Ven-ontraktionen treiben dann erheblich weniger Blut in die Arterien ein als in der Norm. durchschneidung ändert die Kreislaufszeit nicht erheblich.

Blutmenge des Menschen berechnete VIERORDT nach den bisher angeführ-atsachen über den Blutkreislauf. Alles Blut des Körpers fliesst während einer Kreis-ll ein Mal durch das linke Herz, nach dem eben angeführten VIERORDT'schen Gesetz die Kammersystolen bei allen Warmblütern dieselbe porportionale Blutmenge aus, h $^1/_{27}$ der gesammten Blutmasse. Da wir beim Menschen (S. 430) die mittelst einer rsystole entleerte, absolute Blutmenge kennen, so ergiebt sich die Gesammtblutmenge nschen direkt. Die Kreislaufszeit des Menschen ist 23,1 Sekunde, während dieser das Herz im Mittel 27,7 Systolen. Eine Systole des linken Ventrikels treibt 172 CCM. s, also ist die Blutmenge des Menschen = 4760 CCM., in runder Zahl = 5000 Gramm Pfd. (cf. oben S. 377). Das durchschnittliche Körpergewicht zu 63,6 Kilogramm an-nen, ist die Blutmenge $\frac{1}{12,6} = \frac{1}{13}$ des Körpergewichts. Eine Ventrikelsystole also ein Blutgewicht aus von $\frac{1}{353}$ des Körpergewichts. VIERORDT übertrug diese Be-ngsweise, auf die letzte Grösse sich stützend, auch auf die übrigen Warmblüter. Doch mittlere Körpergewicht bei kleinen Thieren procentisch zu sehr von dem absoluten hieden, als dass diese Berechnung für sie mehr als Annäherungswerthe für ihre Blut-geben könnte. Vortrefflich stimmt dagegen die VIERORDT'sche Berechnung für den chen mit den direkten BISCHOFF'schen Bestimmungen, die auch für das gleiche Mittel-ht genau die gleiche Blutmasse = 10 Pfd. ergaben. Bei grösseren normalen Thieren diese mittlere Uebereinstimmung wohl stets zutreffen. Nach VIERORDT's Berechnung t die Blutmenge aller Warmblüter im Mittel $\frac{1}{13}$ des Körpergewichts (cf. dagegen S. 378).

s dem Vorstehenden ergiebt sich weiter, dass die durch die Gewichtseinheit der Kör-sse (1 Kilogramm) verschiedener Thiere in der Zeiteinheit strömenden Blutmassen erhalten, wie die Pulsfrequenzen. Je rascher also die Herzschläge, desto lebhafter Gleichheit der übrigen Bedingungen vorausgesetzt, der Stoffwechsel einer Thierart Für dasselbe Thier gilt das aber bei wechselnder Pulsfrequenz nur mit den oben an-leten Einschränkungen des VIERORDT'schen Gesetzes.

e mittleren arteriellen Blutdrücke (a) zweier Thierarten verhalten sich wahr-lich umgekehrt, wie die in gleichen Zeiten durch gleiche Körpergewichte fliessenden engen (b), die Produkte von a in b müssen dann gleich sein, wirklich stimmen diese kte nach den VIERORDT'schen Angaben auffallend überein.

	a		b	a b
Pferd	280 Mm. Quecksilber		152	425
Hund. . . .	150 ,,	,,	272	408
Kaninchen .	70 ,,	,,	620	434

Setzen wir a. b im Mittel = 422, so berechnet sich für den Menschen ein arterieller Blutdruck von 200 Mm. Quecksilber.

Accessorische Einwirkungen auf die Blutbewegung, namentlich in d

Zur Vollendung des Kreislaufs in den Venen kommen ausser den nannten noch andere Hülfskräfte zur Verwendung. Da die Venenwand schlaffer sind als die Arterienwandungen, so kann schon ein schwache Druck die Wandungen zusammenpressen und das Fliessen des Blutes drückten Stellen dadurch unterbrechen. Wenn der Druck nur auf eine geübt wird, so kann sich wegen der vielfachen Anastomosen das Blut ein weitigen Ausweg suchen, im anderen Fall staut sich das Blut in den indem die Venenklappen ein stärkeres Zurückweichen des Blutes v Die Lungen sind im Brustraume so eingefügt, dass sie etwas über ihr Volumen ausgedehnt sind. Vermöge ihrer Elasticität suchen sie sich zu und üben dadurch einen negativen Druck auf ihre Umgebung im T wodurch dort alle Hohlorgane ausgespannt werden müssen. Wir sahen s darin der Grund für die passive Wiederausdehnung der erschlaffenden liegt, wodurch sich diese wieder aus dem venösen Blutgefässsysteme m füllen. Es saugt also der Thorax aus den Körpervenen (auch Lymp Blut in die grossen, innerhalb der Brust liegenden Venen und schliess Herz. Der Blutdruck in den Venen kann dadurch entweder null werden nächsten Nähe des Brustraumes sogar negativ. Wird eine solche Ven Halse geöffnet, ohne dass ihre Wände sogleich wieder zusammenfallen sprützt sie nicht, sondern kann vermöge ihres negativen Druckes Luft wodurch manche plötzliche Todesfälle bei Operationen hervorgerufen Die eingetretenen Luftbläschen stauen sich in den Kapillaren des He unterbrechen dadurch den Blutkreislauf in demselben, wodurch es fast gelähmt wird. An anderen Stellen des Gefässsystemes ist der Lufteintri ungefährlich.

Bei der Einathmung, wobei sich die Lunge noch weiter ausdehnt, negative Druck, der Blutzufluss zum Herzen wird also dadurch bes Umgekehrt wird der letztere durch Ausathmung aus dem entgegengesetzt etwas behindert. Im entgegengesetzten Sinne wie auf den Venenblutla sich diese Druckschwankungen auch auf den Blutlauf in den Arterien gel stärkere negative Druck während der Inspiration dehnt die Arterien in höhle etwas aus und vermindert dadurch den Blutdruck in ihnen, um es bei der Exspiration.

Während der Exspiration empfängt aber zunächst das rechte Herz, auch die Aorta weniger Blut, es steigt also der arterielle Blutdruck fang der Exspiration, später sinkt er wieder. Das Umgekehrte ist bei ration der Fall. Unter ihrem Einfluss füllen sich alle blutführenden der Brusthöhle stärker mit Blut an, also auch die Aorta. Der arterielle

lso nur im Anfang der Inspiration sinken, mit der stärkeren Blutfülle der wird er gegen das Ende der Inspiration wieder ansteigen. Diese mit den bewegungen synchronen Druckschwankungen in den Arterien schreiben sich wendung des Kymographions selbst als Athemkurven auf, welche viel r sind, als die Pulskurven. Auf jeder Athemkurve sitzen als kleinere Er-gen die während der Zeit des Ein- und Ausathmens eingetretenen Druck-nkungen in Folge der Herzpulse auf. Während der Exspiration sind die etwas frequenter, als während der Inspiration.

ei den Venen wirkt sonach wie bei den Lymphgefässen die Anwesenheit lappen in gewissem Sinne befördernd auf den Blutstrom ein, indem Druck, der auf eine Vene ausgeübt wird, das Blut nur vorwärts treiben Dadurch wird die Lage vieler Venen zwischen Muskeln für die Blutbewe-on Wichtigkeit, da ihre Kontraktionen durch den Druck, den sie dadurch Venen ausüben, das Blut im Sinne des normalen Blutstromes vorwärts indem die Klappen ein Rückströmen verhindern.

ei Venen, welche, wie die der Knochen, die Blutleiter der Schädelhöhle, vor em Druck geschützt sind, fehlt das Bedürfniss der Klappen, hier fehlen sie nd ebenso in kleineren Venen, bei denen die reichliche Anastomosenbildung ckwirkung beseitigt. Ein lokaler Druck auf eine Vene mit Klappen treibt ut von dieser Stelle mit beschleunigter Geschwindigkeit dem Herzen zu, nd es hinter der gedrückten Strecke bis zur nächsten Klappe staut, und inter der Klappe findet noch, trotz der Anastomosen, eine schwache Stauung Wird der Druck beseitigt, so ergiesst die stärker gespannte Vene ihren mit entsprechend grösserer Geschwindigkeit.

ei manchen Venen wirkt auch die Schwerkraft für die Blutbewegung in förderlich. Es ist klar, dass dieses bei den Venen des Kopfes und Halses frechter Stellung der Fall sein muss. Auf die venöse Blutbewegung in den n Extremitäten wirkt sie dagegen verlangsamend, wie die häufigen Venen-erungen an den unteren Extremitäten bei Leuten mit vorwiegend stehender ftigung beweisen. Die praktische Chirurgie macht von dem Einfluss der re auf die Blutbewegung eine sinnreiche Anwendung, indem sie durch höhere ung entzündeter Gliedmassen den venösen Blutabfluss aus ihnen erleichtert. einfache antiphlogistische Methode hat oft grössere Wirkung als lokale Blut-hung.

Das wichtigste unter den accessorischen Momenten bei der Blutbewegung jedoch immer die Aspiration durch den Thorax und der Einfluss Athembewegungen.

Die Blutbewegung in den Venen zeigt, da sie einigen unregelmässig wirkenden Einflüssen rliegt, weit öfter Störungen als die in den Arterien.

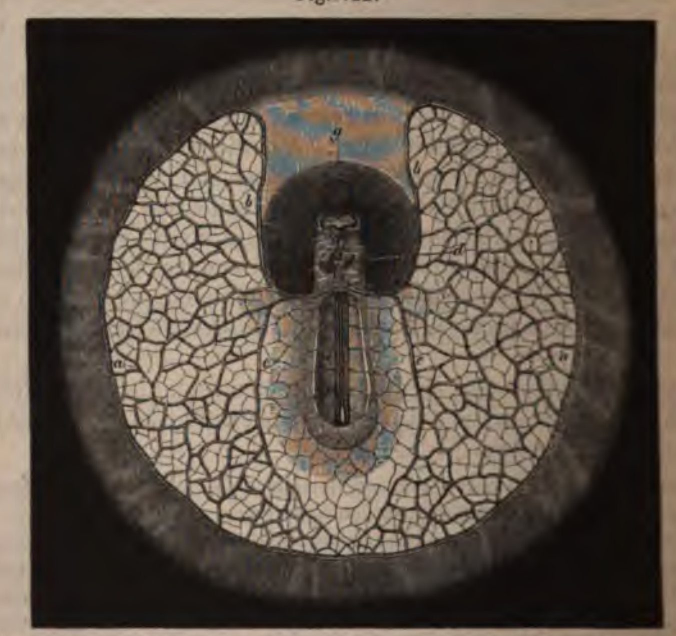
Dieselben Momente, welche wir an der Bewegung des venösen Blutes theilnehmen sahen, men auch bei der **Lymphbewegung** zur Geltung. Auch hier werden die Klappen wirk-; auch hier macht sich die Aspiration des Thorax geltend, da ja die Lymphgefässe in offner indung mit den Venen stehen. Der Milchbrustgang, Truncus lymphaticus munis sinister mündet in den Vereinigungswinkel der V. subclavia sinistra V. jugularis comm. sinistra ein. Der rechte Lymphgefässstamm, Truncus phaticus communis dexter, geht in die Vena subclavia dextra. An den ündungsstellen finden sich Klappen, links zwei, rechts eine, von halbmondförmiger lt, welche das Eindringen von Venenblut unmöglich machen.

Bei starken Ausathmungsbewegungen, z. B. Husten, staut sich das Blut in den V
Halses und Kopfes an. Verschliesst man Mund und Nase und macht dabei eine
athmungsbewegung, so nimmt die Füllung des Herzens mit Blut rasch ab, der Puls
klein. Man kann durch diese Kompression des Brustraums die Spannung in dem
gar wahrscheinlich zu einer positiven machen, wodurch dann das Fliessen des Ve
zunächst zum rechten Herzen mehr und mehr aufhört. Ed. Weber zeigte, dass im
Grade der Wirkung die Systolen nicht mehr im Stande sind, die geringe Blutmeng
trikel gehörig zu spannen, um sie in die Arterie einzutreiben. Der Puls bleibt dann
es kann Ohnmacht eintreten. Ein Theil der Wirkung rührt wohl aber auch von d
reizung her, welche in Folge der Kohlensäureanhäufung im Blute des Vaguscentrum

Zur Entwickelungsgeschichte des Gefässsystems. — Das erste Gefässsystem
Embryonalanlage besitzt weder Gefässe noch Blutkreislauf. Der erste Kreislauf ha
die Aufgabe, aus dem Inhalt der vom mütterlichen Organismus stammenden Keimb
rungsmaterial aufzunehmen, das, da der Embryo selbst noch keine feineren Gefä
gungen besitzt, vor allem dem Wachsthum des Fruchthofes zu dienen hat. Die E
anlage scheint in dieser Periode (Kölliker) noch auf eine direkte Aufnahme von
aus der Keimblase besonders durch die Zellen seines Darmdrüsenblattes angewiese

Aus dem oberen Theil des S-förmig gebogenen einkammerigen Herzens (cf. S.
noch direkt zwei Arcus aortae hervor, die sich zuerst nach oben zur Wand
darmhöhle wenden, um dann längs der hinteren Mittellinie zu verlaufen. Sie
sich bald zu einem kurzen, einfachen Aortenstamm, der sich wieder in zwei paral
spaltet, die Arteriae vertebrales posteriores oder primitive Aorten, die unt

Fig. 122.



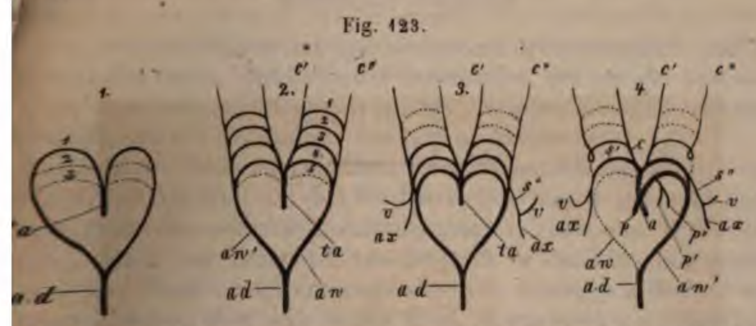
Fruchthof eines Kaninchens mit Embryo von der Bauchseite, von 4 Par. Linien Durchmesser mit
entwickeltem erstem Gefässsystem. Nach Bischoff, etwas verkleinert. *a* Vena oder Sinus termin
omphalo-mesenterica, *c* starker hinterer Ast derselben, *d* Herz, schon S-förmig gebogen, *e* pri
oder Arteriae vertebrales posteriores, *ff* Art. omphalo-mesentericae, *g* primitive Augenblasen.
feinere oberflächliche (nach aussen gelegene) mehr arterielle und das stärkere tiefe, mehr ven
im Fruchthof.

el neben der Chorda gelegen (Fig. 122) bis zum Ende des Embryo gelangen. Hierbei sie je 4—5 Aeste: Arteriae omphalo-mesentericae oder Nabelgekrösarterien ese treten, ohne dem Embryo selbst Zweige abzugeben, in den Fruchthof, wo sie ganze Fläche des Fruchthofs mit den den Embryo ebenfalls verlassenden Ausläufern nitiven Aorten ein oberflächliches, ziemlich dichtes Gefässnetz bilden. Am Rande chthofs mündet dieses Gefässnetz in eine starke Vene, Vena s. Sinus terminalis, die den ganzen Fruchthof umkreist.

opfe biegt sie sich gegen den Embryo mit zwei Stämmen, Vv. omphalomesentericae, gekrösvenen, um, welche in das hintere Ende des Herzens einmünden, nachdem h zwei hintere Venenstämme aufgenommen haben. Die Venen hängen durch ein zierliches, aber etwas weiteres und tiefer liegendes Gefässnetz unter einander wie rien zusammen.

Placentarkreislauf hat schon S. 47 Erwähnung gefunden (cf. S. 448). Oben sahen as das entwickeltere Herz nach vorne zunächst den Truncus arteriosus entsendet, nach kurzem Verlauf in die zwei Arcus aortae spaltet, die in der Wand der mhöhle bogenförmig und konvergirend nach hinten laufen und sich vereinigen. dem ersten Aortenbogen, gleichsam als Queranastomosen seiner beiden Schenkel, n noch zwei weitere Aortenbogen, der Innenfläche der Kiemenbogen entsprechend , S. 49). In der Folge entstehen noch weitere zwei Aortenbogen, doch schwinden itig die vorderen wieder, sodass meistens nicht mehr als drei Paare gleichzeitig vorsind.

Fig. 123.



Darstellung der Entwicklung der grossen Arterien mit Zugrundelegung der von RATHKE gegebenen . Truncus arteriosus mit ein Paar Aortenbogen und Andeutung der Stellen, wo das zweite und dritte ildet. 2. Truncus arteriosus mit vier Paar Aortenbogen und Andeutung der Stelle des fünften. arteriosus mit den drei hinteren Paaren von Aortenbogen, aus denen die bleibenden Gefässe sich entd Darstellung der obliterirten zwei vorderen Bogen. 4. Bleibende Arterien in primitiver Form und der obliterirten Theile der Aortenbogen. *t a* Truncus arteriosus, 1—5 erster bis fünfter Aortenbogen, Pulmonalisstamm, *p' p''* Aeste zur Lunge, *a w'* bleibende Wurzel der Aorta thoracica *a d*, *a w* oblite-rzel derselben, *s' s''* Subclaviae, *v* Vertebralis, *a x* Axillaris, *c* Carotis communis, *c'* Carotis externa, *c''* Carotis interna.

ortenbogen entsprechen ganz den Kiemenbogen, und sie erscheinen als eine olung des ersten Entwickelungszustandes der Kiemengefässe der Fische und Ba-. Da bei den höheren Thieren keine Kiemen sich ausbilden, vergeht ein Theil nbogen wieder, und der sich erhaltende Theil findet eine ganz andere Verwendung en durch Kiemen athmenden Thieren. Die Umbildung ist in der nebenstehenden g schematisch dargestellt.

esentlichen entwickeln sich die bleibenden grossen Arterien aus den drei letzten gen, doch erhält sich in der Carotis interna (*c''*) und Carotis externa (*c'*) auch ein s ersten und zweiten Bogens. Von den drei letzten Aortenbogen wird der oberste e in der nebenstehenden Abbildung Fig. 123) zum Anfang der Carotis interna, die ommunis (*c*) entwickelt sich aus dem Anfang des ursprünglich ersten Arcus aortae.

Der zweite bleibende (der vierte der ganzen Reihe) Aortenbogen tritt nach der T
Truncus arteriosus in Aorta und Pulmonalis (cf. S. 406) auf beiden Seiten m
in Verbindung, links wird er zum bleibenden Arcus aortae, rechts liefert er
anonymus und den Anfang der Subclavia dextra (s'). Die Verbindungen zwisc
sten und zweiten bleibenden Bogen (in der Abbildung Fig. 123 durch punktir
gedeutet) verschwinden. Der dritte und innerste der bleibenden Bogen (der u
sprünglichen Zahl) verschwindet rechts vollständig, links verbindet er sich mi
nalis und entwickelt die beiden Lungenarterienäste (p' p''), bleibt aber währen
Foetalperiode mit dem bleibenden Arcus aortae in Verbindung (Ductus botalli
Blut der rechten Kammer in die Aorta descendens sich entleert.

Bei den durch Kiemen athmenden Thieren entwickelt sich von
bogen, die hier meist zahlreicher angelegt sind als bei den Säugern, in die s
Kiemenblättchen ein Blutgefässnetz, welches sich in Kapillaren auflöst und schlie
in grössere Gefässe gesammelt wird, welche in die Aorta einmünden. Die ursp
fachen Aortenbogen werden hier sonach in ihrer Mitte in ein Kapillarsystem ve
der Athmung in den Kiemen vorsteht. Die zuführenden, venöses Blut enth
fässe sind die Kiemenarterien, die aus den Kiemenkapillaren sich sammelnde
Blut enthaltenden Gefässe sind die Kiemenvenen (Ueber das Herz der Fische cf.

III. Ausscheidungen aus dem Blute.

Dreizehntes Kapitel.

Die Athmung.

Lunge und Athembewegungen.

Begriff der Athmung.

f dem Wechselverkehr des Organismus mit der Atmosphäre, auf der Athberuht das Leben. Mit Hülfe des Sauerstoffes, der aus der Luft in das Blut n diesem aus zu allen Organen gelangt, werden alle die Kraftäusserungen ebracht, die wir als Beweise des Lebens ansprechen.

r Process der Athmung zerfällt in zwei wesentlich getrennte Vorgänge.

berall, wo das Blut, das den Wechselverkehr des Organismus mit der Luft , mit dieser in so direkte Berührung kommt, dass eine Gasdiffusion einkann, sehen wir Sauerstoff aus der Luft in das Blut aufgenommen und säure und Wasser dafür ausgeschieden. Es findet sich dieser Vorgang vor n den Lungen, aber auch an der Haut, deren reich mit Blutgefässen umne Drüsenöffnungen der Luft nahen Zutritt zum Blute gestatten, und auch an hleimhäuten des Digestionskanales wird der Sauerstoff der dahin gelangenden fgesaugt und dafür Kohlensäure ausgeschieden. Dieser Verkehr des Blutes r Luft kann als äussere Athmung bezeichnet werden.

ie innere oder Gewebsathmung beruht auf dem gegentheiligen Vor- Die Gewebe, welche das Blut umspült, nehmen aus ihm den Sauerstoff auf laden es dafür mit Kohlensäure und den übrigen die Organfunktionen ihre Anwesenheit in grösserer Menge meist lähmenden Oxydationsproduke sie durch ihre Thätigkeit erzeugt haben.

Der Bau der Lunge.

e Lunge ist eine Drüse. Man hat darin einen Unterschied finden wollen, ich in der Lunge ein zweifacher Vorgang: eine Stoffabgabe — CO_2 — und toffaufnahme — O — findet, während sich bei den übrigen Drüsen mit rungsgängen zunächst nur eine Stoffabgabe bemerklich macht. Die neuere ung hat jedoch bei einer Reihe von Drüsen eine gleichzeitige Stoffaufnahme

in das Blut neben der Abgabe erwiesen. Am bekanntesten ist diese
Leber, bei welcher neben der Abgabe von Stoffen zu der Gallebildung
nahme des in den Drüsenzellen gebildeten Zuckers resp. der glycogenen Su
Seite des Blutes stattfindet. Seitdem kann das angeführte Unterscheid
mal der Lunge vor anderen Drüsen nicht mehr anerkannt werden. D
teristische des Lungenbaues liegt darin, dass es sich in ihr nicht um
und Abgabe von tropfbaren Flüssigkeiten, sondern von Gasen handelt.
Zweck erleidet das allgemeine Schema der traubenförmigen Dr
dem die Lunge gebaut ist, einige Abänderungen.

Vor allem ist es der Ausführungsgang der Lunge, die Trachea,
röhre, welche sich von den Ausführungsgängen anderer Drüsen un
Die Luftröhre besitzt knorpelige Wände, welche sich durch den wechse
druck nur wenig zusammenpressen oder ausdehnen lassen, sodass
offener Weg die Lunge mit der Atmosphäre verbindet. Ein häutiger Au
gang würde dieser Aufgabe nicht entsprechen, da ein solches Orga
einen wirklichen Hohlraum umschliesst, wenn irgend eine Substanz
Drüsensekret, hindurchgeht, sonst liegen die Wände direkt an einan
solchem Zusammenfallen wird die Luftröhre durch die sie bis auf
Strecke an der hinteren Seite umgreifenden Knorpelringe verhinder
werden zwar in den engeren Bronchien etwas unregelmässiger, ab
Aestchen von 1 Millimeter Durchmesser fehlen sie ganz. Den etwas w
die Ringe durch unregelmässig gestaltete Knorpelplatten ersetzt. Der
Theil wird von aussen von einem fibrösen, mit elastischen Fasern
Gewebe überzogen, äussere Faserschichte. Die mittlere Schich
röhre bilden die Knorpelringe. An der Stelle, an der sie hinten offen
setzt sie eine Lage quergerichteter glatter Muskeln. An der äusseren
sich einzelne Muskelstreifen mit Längsbündeln. Diese Knorpelmuskel
durch eine Lage gewöhnliches Bindegewebe: innere Faserschich
einer hyalinen Grenzschichte, Basalmembran, endigt, mit der Schlei
innersten Schichte verbunden. Diese besteht in ihren innersten Lag
geschichtetes Flimmerepithelium tragen, fast ausschliesslich a
bundenen der Länge nach verlaufenden elastischen Fasern. Zwisch
nach dem Ausgang zu schlagenden Wimpern besetzten cylindrischen Fl
stehen ziemlich gleichmässig vertheilt i
Anzahl Becherzellen, oben mit
lichen Oeffnung, aus welcher eine s
Masse hervorragt und sich ablösen kann
vielleicht an Stelle einzelliger Schleim
Entdecker ist F. E. Schulze. In der
sind viele Schleimdrüsen eingebett
selben Bau, der uns von der Schle
Mundhöhle etc. her schon bekannt ist.
bläschen der grösseren von diesen
mit Pflasterepithelzellen ausgekleidet.

Fig. 124.



Epithel eines 4 Millim. starken Bronchialzweiges vom Hunde, frisch. Vergr. 320.

aber auch sehr einfache gabelige Drüsenschläuche vor, die ein Cy
führen. Während die Luftröhre wenig Blutgefässe und Nerven be
dagegen reich an Lymphgefässen.

Lungen selbst sind zwei grosse dünnwandige, gewöhnlich mit Luft elastische Säcke, deren einzelne traubenförmige Ausbuchtungen mit den ssen, Nerven und Lymphgefässen durch ein bindegewebiges Zwischen-verbunden werden. Von aussen sind sie überzogen von einer serösen em Brustfelle oder der Pleura, welche in ihrem Baue sich an das l anschliesst. Sie besitzt Blutgefässe und Nerven, an denen Kölliker kugeln nachweisen konnte.

e Lunge besteht dem Wesen nach aus der Verästelung ihres Luftröhren- Bronchus dexter und sinister —. Die Bronchien verästeln sich Ausführungsgänge der anderen traubenförmigen Drüsen baumförmig, ich jeder grössere Ast meist in zwei, unter spitzem Winkel abtretende spaltet, welche diese Verästelung ebenso fortsetzen, bis endlich eine sehr nzahl ganz zarter und enger Bronchialzweige entsteht, die einen reich en Baum darstellen. Nirgends kommuniciren diese feinsten Enden mit . Sie erstrecken sich durch die ganze Lunge und finden sich ebenso an genoberfläche als in ihrem Innern. Die feinsten Bronchialzweige hängen eigentlich absondernden Drüsenelementen der Lunge, mit den Lungen-en, den Alveolen der Lunge zusammen, indem jeder mit einer Gruppe äschen, die den kleinsten Läppchen traubenförmiger Drüsen entsprechen, einigt (Fig. 125). In dieser Bläschengruppe stehen alle sie zusammen-n Hohlräume oder Ausbuchtungen in inniger, ziemlich offener Verbin-nschliessen einen gemeinsamen Hohlraum, aufwärts in einen einzigen Bronchialzweig lelt. Dadurch unterscheidet sich die Lunge on den traubenförmigen Drüsen. Bei den Drüsen dieser Gattung hängt bekanntlich nzelne Drüsenbläschen gleichsam an einem ren Stiele an seinem eigenen Ausführungs- Bei der Lunge haben dagegen alle zusam- n Drüsenläppchen darstellenden Bläschen en einfachen Ausmündungsgang. Jedes Lungenläppchen hat eine birnförmige oder rtige Gestalt mit vielfach ausgebuchteten ngen, Luftzellen. Die Trichterform hat Namen Infundibulum eingetragen. Die len selbst sind rundlich, nur an der Lungen-che durch gegenseitige Abplattung mehr

Fig. 125.

Zwei kleine Lungenläppchen *a a* mit den Luftzellen *b b* und den feinsten Bronchialästen *c c*, an denen ebenfalls noch Luftzellen sitzen. Von einem Neugebornen. 25mal vergr. Halb schematische Figur.

r Bau der Bronchialzweige unterscheidet n dem der Trachea nicht nur durch die Um-ng der Knorpelringe in unregelmässige Plat-dern auch dadurch, dass die glatten Mus- bei ihnen eine vollständige Ringfaserlage bilden, die sich bis in die fein-nchialverzweigungen nachweisen lässt. Die Schleimhaut trägt dieselben zellen wie in der Trachea. Remak will noch in den feinsten Bronchien örmige Schleimdrüsen gesehen haben, F. E. Schulze vermisste sie dort. ren Aestchen finden sie sich sehr zahlreich. Gegen das Ende der feinsten

Bronchialzweige werden die Epithelzellen niedriger und nehmen Plattenform an. Die Lungenbläschen — Alveolen — bestehen nur aus haut und Epithel. Die Faserlage besteht aus faserigem Bindegeweb schen Elementen und ist als Fortsetzung der Bronchialgewebe aufzu elastischen Fasern bilden in ihr ein Balkennetz, von welchem das za strukturlos erscheinende Bindegewebe der Bläschenwand ausgespannt wird (Fig. 126). Die Kapillargefässe liegen nur bis höchstens zur Membran der Alveolen eingebettet, mit dem übrigen Theil ihrer S ragen sie in das Lumen der Alveolen hinein. Die Innenwand der Al der ganzen Infundibula und Alveolengänge ist von einem konti aber nur bei dem Fötus gleichartigen, bei dem Erwachsenen ungleich thel ausgekleidet. Beim Fötus sind die Epithelzellen platt, 1– bis Individuen, die, wenn auch noch kurz geathmet haben, werden ein grösser, heller, die Kerne verblassen, später werden sie zu grossen regelmässig eckigen, oder leicht wellig begrenzten, dünnen, struktur zwischen denen nur noch einzelne den fötalen ähnliche Epithelzellen Schulze).

Die einzelnen Abschnitte der Lunge werden durch lockiges Bindegewe gehalten, das nur durch seine bei dem erwachsenen Menschen reiche sch einlagerun ren meist fe net ist. D steht entw regelmässi krystallinis die sich ma der Wand d chen selb liegen nich geschlosse entsteht si aus dem I Theil ist es meter un Kohlenst sogar hie u mikroskopi der Pflanze bar ist (T etc.). Durc einlagerun bei Individ Staube von dul arbeite scheinen, Lungenblä

Fig. 126.



Durchschnitt durch die Lungensubstanz eines Kindes von 9 Monaten (nach Ecker). Eine Anzahl von Lungenzellen *b*, umgeben von den elastischen Fasernetzen, welche balkenförmig jene umgrenzen und mit der strukturlosen dünnen Membran die Wandungen derselben *a* bilden; *d* Theile des Kapillarnetzes mit seinen rankenartig gekrümmten und in die Hohlräume der Lungenzellen einspringenden Röhren; *c* Reste des Epithelium.

sammensetzenden Läppchen auch für das freie Auge anschaulich gemacht. eine Gruppe von neben einander liegenden primären Läppchen zu einem grösseren Läppchen durch stärkere Pigmentablagerung abgegrenzt. Diese auch, da sie von einem Bronchialzweige versorgt werden, eine grössere anato

uf die Gefässe lässt sich die Lunge mit der Leber vergleichen, indem sie wie erschiedene Gefässarten enthält, die sich in ein ungemein reiches Kapilen. Bei Lungen, deren Blutgefässe man mit einer gefärbten Masse eingespritzt es den Anschein, als setze sich die Wand der Alveolen nur aus Blutgefässen Ein ähnliches Bild giebt die Beobachtung der lebenden Froschlunge unter dem wo das Blut über die Alveolen scheinbar in breitem Bette sich ergiesst, an dem llaren Wände, die dasselbe durchschneiden, kaum wahrnehmen kann. Das Netz apillaren ist das feinste im ganzen Körper und umspinnt die Luftzellen sehr

der Pulmonalarterie verzweigen sich in der Lunge meist den Bronchien , doch etwas rascher, sodass sie früher zu feinen Gefässchen werden. Schliessdes sekundäre Läppchen seine Arterie, die sich wieder nach der Zahl der prinen in feinste Zweige spaltet, welche die einzelnen Alveolen versorgen (Fig. 127). anfänglich in dem Zwischengewebe der Läppeten sie in die Wandung der Luftzellen selbst reiten sich dort besonders in den elastischen Erst hier lösen sie sich in das Kapillarnetz sem setzen sich die Venen zusammen, die an twas oberflächlicher liegen und in ihrem weie den Arterien und Bronchien sich anschliessen. spräparaten sieht man leicht, das jedes feinstchen sich an dem Kapillarnetze mehrerer er liegender Läppchen betheiligt. Die feinsten en selbst zeigen hie und da Verbindungen r. Neben diesen für die eigenthümliche Funke bestimmten Gefässen besitzt diese noch ein ssystem zur Ernährung ihres Gewebes, die Bronchialarterien. Diese führen den erielles Blut zu, geben Aeste für die Lymph- grösseren Bronchien, die sog. Bronchialnd versorgen die Blutgefässe der Lunge, besonien, reichlich mit Ernährungsgefässen. Auch erhält durch sie das nöthige Blut. Die Kapilchialarterien scheinen ihr Blut theilweise dem tzes der Lungenarterie zuzumischen, ein anird durch ein eigenes Venensystem (Venae bronchiales) abgeführt.

Fig. 127.



Das respiratorische Kapillarnetz der Pferdelunge nach einer GERLACH'schen Injektion. *b* Die die einzelnen Lungenbläschen mehr oder weniger ringförmig umgebenden Endäste der Arteria pulmonalis; *a* das Haargefässsystem.

ist sehr reich an Lymphgefässen, die nicht nur ein reiches Netz über der che bilden, sondern auch vielfach in dem Gewebe selbst sich verzweigen und n Lymphdrüsen: Pulmonal- und Bronchialdrüsen zusammenhängen.

d Sympathikus senden ihre Zweige in die Nervengeflechte — Plexus s anterior und posterior —, von denen die Zweige an und in die Lunge h an den Gebilden derselben zu verästeln. Im Lungengewebe selbst sah man eingelagert.

kelungsgeschichte. — Die Lunge erscheint als Anhangsdrüse des Darmkanals. beim Hühnchen zuerst als eine hohle Auftreibung der Wand des Vorderdarms, den Schichten, Epithelialrohr und der Faserwand (REMAK) bestehend. Sie ent- Hühnchen etwas später als die Leber, aber schon am dritten Tage fand v. BAER lage dicht hinter der letzten Kiemenspalte zu beiden Seiten der Speiseröhre. ung der Lunge scheint bei Säugethieren und Menschen wie bei den Vögeln zu SCHOFF sah bei einem Hundeembryo, dessen Darm in der Mitte noch eine weite dung mit dem Dottersack erkennen liess, die Lungenanlagen als zwei kleine

dickwandige Ausstülpungen, die noch jede für sich im Anfang der Speiser
dem Schlunde einmündeten (Fig. 128).

Rathke, Coste und Kölliker fanden bei etwas entwickelteren Embry
Mensch von 25—28 Tagen) die Lunge als zwei kleine birnförmige, mit einer
lung versehene Säckchen, welche durch einen
das Ende des Schlundes mündeten. Bei der
entwickelung wuchert die Faserschichte fort, d
rohr erzeugt hohle Aussackungen und Knosp
dem Menschen von der 5. Woche beginnend) i
Bäumchen von hohlen Kanälen mit kolbig
Enden bilden, das immer neue hohle Knosp
diese Weise das respiratorische Hohlensysten
bei der Besprechung der Entwickelung des He
eigenthümlichen primären Lage der Lungen ged
im Anfang des zweiten Embryonalmonats nimmt
Breite und Tiefe des Brustraums ein, unter
Speiseröhre und Magen, zwischen der Leber
schen Körper (cf. Harnorgane) liegt die Lunge,
Zwerchfell, dessen Lendentheil vornehmli
förmig, die Lunge eng umschliessenden Sack b
hat sie für ihre typische Lage neben und hi
Raum gewonnen, indem der Brustraum sich v
rend das Herz in seinem Wachsthum relativ
Entwickelung der Pleura entspricht der des B

Fig. 128.



Darm des Hundeembryo von unten vergr. dargestellt. Nach Bischoff. *a* Kiemen- oder Visceralbogen, *b* Schlund- und Kehlkopfanlage, *c* Lungen, *d* Magen, *f* Leber, *g* Wände des Dottersackes, in den der mittlere Theil des Darmes noch weit übergeht, *h* Enddarm.

Die Placenta ist das Athem- und
organ des Embryo. Die Placenta foetalis ent
Uteruswand zugewendeten Theil des Chorion,
Stelle die Chorionzotten, in welchen sich nur
nalen Placentargefässe: die zwei Arterien un
licalis verbreiten, eine sehr bedeutende E
mannigfachste Verästelung erfahren. Die letzten Enden der so entstehender
sind sehr verschieden gestaltet, kolbig aufgetrieben oder fadenförmig und
nahme frei, ohne nahe Verschmelzung mit dem mütterlichen Theil der Pl
alle aussen eine Epithelschichte aus Pflasterzellen. In jede Zotte tritt ein
arterie ein, der sich bis in die letzten Zottenausläufer verzweigt oder einfa
in die Vene übergeht. Die Gefässe des in sich geschlossenen Placentargef
von der mütterlichen Placentarbildung (Placenta uterina) nur durch das dü
leicht für den Flüssigkeitsverkehr durchdringliche Epithel der Zotten ge
gefässe der mütterlichen Placenta bestehen aus Arterien und Venen, welche
ein Kapillarsystem, sondern durch ein System anastomosirender Lücken
welche ganz und gar von den fötalen Chorionzotten getragen werden, so
zotten in diesen Bluträumen der mütterlichen Placenta liegen. Das Blut d
also die fötalen Zotten unmittelbar, sodass ein respiratorischer, ernähren
rischer Stoffaustausch zwischen dem mütterlichen und embryonalen Blute
Die Zotten hängen wie freie Kiemen in die sauerstoffhaltige Ernährung
Wie bei dem Menschen ist bei den Karnivoren, Nagethieren und Affen
mütterliche Theil der Placenta untrennbar verbunden, sodass mit dem
reissen des mütterlichen Placentatheils von der Anheftungsstelle stattfind
Wiederkäuern sind Frucht- und Mutterkuchen ohne Zerreissung trennbar,
einigung eine sehr innige ist. Bei den Pachydermen, dem Schwein, fehlt e
das Ei ist mit dem Uterus ganz lose verbunden, das Chorion trägt fast
Oberfläche kleine Zöttchen, welche in leichte Vertiefungen der Uterinschle

chenden Anatomie. — Die Lunge der Vögel liegt im hintersten Theil der Brust-
n Rippen verwachsen, Brust und Bauchhöhle sind nicht durch ein Zwerchfell
Lungenoberfläche zeigt Oeffnungen, welche die Luft aus den Lungen in
Lufträume in dem Herzbeutel und zwischen den Eingeweiden des Unterleibs
e Lufträume stehen durch besondere Oeffnungen mit den hohlen Knochen in
sodass viele Knochen der Vögel mit Luft gefüllt sind. Die Luftröhren-
n zuletzt kurze, blinde, pfeifenartig neben einander liegende Röhren,
ifen, welche mit einander kommuniciren. Die feinsten Kanälchen zeigen
en und gehen endlich in ein schwammiges Gewebe über. Bei der Reihe der
sehen wir die Lunge von einfach sackartiger Anlage sich allmählich zu dem
Organe entwickeln, das wir bei den Vögeln und Säugern finden. Unter den
rwandelt sich bei den Dipnoi die Schwimmblase in eine Lunge, indem
enen und abführende Arterien das Organ, das sonst noch ziemlich den Bau
mblase zeigt, nun als wahres Athmungsorgan erscheinen lassen (Gegenbauer).
phibien sind die Lungen auch noch Säcke mit zellenförmigen Vorsprüngen
m Zwecke der Oberflächenvermehrung. Bei den Reptilien vergrössert sich die
che durch Vermehrung der Luftzellen. Bei den Schlangen, Krokodilen und Schild-
hon jede Lunge in mehrere grössere und kleinere Abschnitte getheilt, die aber
veite Räume kommuniciren. Bei den Schlangen zeigen die Lungen, indem sie
rden, eine Anpassung an die Körperform, die eine verkümmert dabei mehr
oder auch gänzlich.

napparate der Fische sind der Athmung im Wasser angepasst, Kiemen, auch
ilde, welche von der Wand des Darmrohres her entstehen wie die Lungen.
nit Theilen des Visceralskeletts, den Kiemenbogen, in Zusammenhang,
Abschnitt des Nährungskanals, welchen jene umziehen, als Athmungs-
enhöhle, fungirt. Der wesentlichste Charakter aller Kiemenbildung liegt in
das zu respirende Medium gerichteten Oberflächenvermehrung der respirato-
bran. Zu diesem Zwecke besetzen Blättchen und cylindrische Fortsätze, in
as respiratorische Blutgefässnetz verzweigt, in verschiedener Anzahl und An-
Kiemenbogen, die entweder bei einfachem Bau der respirirenden Fläche zahl-
en, oder eine Reduktion erkennen lassen, wenn der respiratorische Apparat sich
gfach möglichen Weise komplicirt. Am einfachsten, trotz bedeutender Anzahl
ogen, ist der Kiemenapparat bei Amphioxus. Der vordere Theil des Nahrungs-
hen den Stäben des Visceralskelettes wird von vielen Spalten durchbrochen,
das vom Munde aufgenommene Wasser an den respiratorischen Gefässen vor-
n der Bauchhöhle mündenden Raum einströmt. Bei den Fischen wird das zu
Wasser stets durch den Mund aufgenommen und gelangt fast ohne Ausnahme
und durch die Kiemenhöhle und die äusseren Kiemenspalten wieder hinaus.
rven haben im Anfang aussen anhängende Kiemenbüschel, später athmen sie
Kiemen, deren Kiemenhöhle sich nach aussen öffnet. Die Larven der Salaman-
iemenspalten, aber äussere Kiemen. Mit der Beendigung des Larvenzustandes
n meist äussere und innere Kiemen. Bei den Perennibranchiaten, z. B. dem
ben dagegen die äusseren Kiemen zeitlebens in Funktion. Die äusseren Kiemen
en lassen sich schon (Leydig) als Fortsetzungen der äusseren Haut betrachten. Die
t steht überhaupt (cf. Hautathmung) mit der Respiration in Beziehung. Bei den
Virbellosen, bei denen man keine gesonderten Athmungsorgane antrifft, scheint
rperoberfläche dem Gasaustausch zu dienen. Bei den Lungenschnecken sackt sich
laut zu mehr oder weniger geräumigen Lungenhöhlen ein, und die Kiemen der
en, Annulaten, Mollusken und Krebse tragen durchweg, so mannigfach ihre
talt abändern mag, den Charakter von Fortsetzungen der äusseren Haut (Leydig).
igen Wirbellosen (Balanoglossus, Tunicaten) steht der Athemapparat wie bei den
en mit dem Darmkanal in Beziehung (Gegenbauer). Bei einer weitern grossen

Gruppe von wirbellosen Thieren wird der Athmungsprocess dadurch unterhalt
oder Wasser das Innere des Körpers selbst durchströmt, in luftführenden Ge
cheen, oder in wasserführenden Gefässen, Wassergefässsystem (cf. S
Athmung durch Tracheen finden wir bei Arachniden, Insekten und Myriapo
cheen sind cylindrische oder platte Röhren, welche meist nach einfacher Ver
Organe eintreten oder sie umspinnen. Auch die sogenannten Lungen der Spi
plattgedrückte, fächerförmige Tracheen (Leuckart, Leydig). Nach aussen bes
cheen eine bindegewebige Hülle, nach innen eine Chitinauskleidung, welche m
einer Spiralfaser in das Röhrenlumen vorspringt. Die Tracheen öffnen sich pa
Seiten des Körpers, ihre querovalen Oeffnungen, Stigmata, sind durch Klappen
zu öffnen und zu schliessen. Bei vielen in Wasser lebenden Insektenlarven ist d
system dagegen nach aussen geschlossen, sodass dieses das im Wasser enthal
Kiemen abscheiden und aufnehmen muss. Bei den durch Tracheen athmende
langt die Luft direkt zu den feinsten Organelementen und zur Blutflüssigkeit.
den durch Kiemen oder Lungen athmenden Thieren das Blut die Athmungsorg
so sucht bei den durch Tracheen athmenden Thieren die Luft das Blut auf (Cu

Chemische Zusammensetzung des Lungengewebes.

Der Reichthum an ernährenden und besonders an Lymphgefässen spricht d
dem Lungengewebe lebhafte chemisch-physiologische Vorgänge statthaben.
Lunge nicht nur als Träger für die Blutgefässe der Lungenarterie betrachten
wahres drüsiges Ausscheidungsorgan, das durch seine eigenthümliche Lebens
Gültigkeit der physikalischen Gesetze der Gasdiffusion bei der Athmung name
Kohlensäureabgabe wesentlich beeinträchtigt. Es findet sich eine grosse Menge
Zersetzungsprodukten in der Lunge dem regen Stoffumsatz in ihr entstammend.
fel werden diese leicht diffundirenden Stoffe an das die Lunge passirende Bl

Cloetta fand in der Lunge (des Ochsen) Inosit, Harnsäure, Tauri
Neukomm fand auch Harnstoff und Oxalsäure im Lungengewebe eines
scher Krankheit gestorbenen Menschen. Nach der älteren Angabe von Ver
in der Lungensubstanz eine eigenthümliche stickstoffhaltige Säure, welche in
genommen ebenso die gebundene Kohlensäure austreiben könnte wie eine
gesetzte Säure. Nach Cloetta ist diese »Lungensäure« Taurin. Nach dem To
Lungensubstanz deutlich sauer. Es rührt das offenbar daher, dass die sich
bildende Säure wie bei anderen Geweben nach dem Tode nicht mehr durch die
Blutcirkulation weggewaschen wird und sich nun anhäufen kann. Daraus f
eine fortwährende Säureaufnahme des Blutes aus dem Lungengewebe. Sie m
ständlich, weshalb das Blut, nachdem es die Lungen durchsetzt hat, weniger
durch Säurezusatz austreibbarer Kohlensäure ist: Die Lunge ist ein aktiv
säure-Ausscheidungsorgan (Ludwig).

Die Asche der Lunge wurde von C. W. Schmidt nach den klinisch
punkten Kussmaul's untersucht. Es finden sich vorwiegend phosphorsaure V
die Natronsalze überwiegen die Kalisalze. Das Natron kommt auch als Kochs
achtenswerth ist der hohe Eisengehalt (auch als phosphorsaure Verbindung),
dem Lungenpigmente stammt. Ein in den Lungen Erwachsener gefundener
(Sand)-gehalt stammt von eingeathmetem Staube, ebenso Thonerde (Glimmer),
oxydul, Kohle (S. 446).

Die Athembewegungen.

Durch den Lungenbau ist dem Blute in reichem Maasse Gelegenhe
mit der Luft in Wechselbeziehung zu treten. Es ist hier vor allem wi

grosse respirirende Fläche, auf welche das Blut ausgegossen wird, es
s eine sehr bedeutende Vertheilung, welche jedem kleinsten Bluttheil-
enheit giebt, mit Luft in Berührung zu kommen. Die zarten, feuchten
Alveolen setzen dem Gasverkehr nur sehr geringen Widerstand ent-
h würde die Intensität eines nur auf Diffusion beruhenden Gasverkeh-
tes mit der Luft nicht hinreichen, um in genügend kurzer Zeit die für
des Menschen nöthige Erneuerung des Blutes zu bewirken.
tt dazu noch ein weiterer Faktor, nämlich die Athembewegungen des
d mit diesem der Lungen, in Wirksamkeit. Die Bedeutung der Athem-
n ist darin zu suchen, dass sie den an sich langsamen Gasaustausch
sion von Luftschichte zu Luftschichte in der Lunge dadurch unterstützen,
Stelle eines Theiles der Lungenluft, die sich schon mit den gasförmigen
ngsprodukten des Blutes beladen hat, und in der darum die Intensität
onsvorgänge eine geringere ist, neue reine Luft zuführt, mit welcher
rkehr ein entsprechend intensiverer sein kann. Dieser mechanische
l in den Lungen durch die Respirationsbewegungen hat also nur die
lie Intensitat der Gasdiffusion zwischen der Luft und den Gasen des
einer bestimmten Höhe zu erhalten. Sowie sich der Kohlensäuredruck
genluft gesteigert hat, sodass dadurch die Diffusion bis zu einem ge-
de aus dem Blute verlangsamt wird, wird in Folge davon Athembe-
ngeleitet, ein Theil dieser Luft ausgestossen und frische Luft dafür
en, in der die Diffusion mit neuer Energie vor sich gehen kann.
horax hat bei seinen Bewegungen eine Aehnlichkeit mit einem Blase-
wird durch die Einathmung ausgedehnt, sein Innenraum dadurch er-
Die Folge ist, dass Luft in ihn einstürzt. Sowie er sich dagegen um
verkleinert bei der Ausathmung, wird eine der eingeathmeten Luft
ftmenge wieder ausgepresst.
ergrösserung des Brust- und Lungenraumes durch die Inspiration
der Wirkung quergestreifter Muskeln beruhender activer Vorgang.
terung des Brustraumes geschieht theils durch eine Veränderung der
lung, theils durch Herabdrücken des Zwerchfelles. Es erfolgt dadurch
hnung des Brustraumes nach allen seinen Durchmessern.
werchfell wölbt sich im erschlafften Zustande kuppelförmig in den
herein und liegt mit seinen Seitenrändern an der inneren Brustwand
die Zusammenziehung verflacht sich seine Wölbung, seine Ränder
von der Brustwand ab; der besonders im Längendurchmesser ver-
Brustraum wird von den allen seinen Veränderungen folgenden Lungen
sgefüllt. Durch das Herabrücken des Zwerchfelles wird der Inhalt der
e unter einen stärkeren Druck versetzt, welcher theils die elastische
d vorwölbt, theils den comprimirbaren Theil des Bauchinhaltes: die
zusammendrückt. Die Rippen liegen um den Brustraum nicht als
bewegliche Knochenringe; ihre Gelenke und die elastische Biegsamkeit
pel, mit denen sie sich an das Brustbein ansetzen, gestatten ihnen
lte Bewegungsweise. Sie können erstens direkt mit dem Brustbein
h aufwärts gezogen werden, andererseits erlauben sie eine Drehung,
he ihre in der Ruhe nach abwärts gerichtete Konvexität nach aussen
rts gewendet wird, wodurch die Breitenausdehnung des Brustraumes

isse für die Profilansicht direkt anschaulich (Fig. 129). Die Be-
schwarzen Figuren stellt die Ausdehnung der Brust und des Bauches
xspiration dar. Die ver-
e schwarze Linie entspricht
Ein- und Ausathmen. Der
derselben der Ein-, der
sathmung. Die punktirte
haulicht die Ausdehnung
spiration.


Fig. 129.

sathmung, Exspira-
cht im normalen Athmen,
e zu dem Einathmen nur
ve Wirkungen. Das activ
ne Zwerchfell dehnt sich
nd wird durch die vorhin
den Bauchwandungen ge-
cheingeweide wieder in die
. Die Rippen sinken wie-
theils durch die Schwere,
n die von dem Muskelzug
Elasticität ihrer Knorpel
in ihre Ruhelage zurück-
allem betheiligt sich aber
atorischen Verengerung des
die Lunge selbst mit ihren
räften.

ge ist so in den Brustraum eingefügt, dass sie allen seinen Bewe-
leisten muss. Es wäre diese Verbindung einfach dadurch zu er-
sen, dass Lungenoberfläche und Brustwand innig mit einander
wären. Es ist hier aber hergestellt durch die Wirkungen des
gesteigerten Luftdruckes. Wir sind nicht im Stande, die
ausgepumpten Luftpumpe von ihrer Unterlage abzuheben, da
n Druck der äusseren Luft fest auf diese angepresst wird. Machen
druck auf beiden Seiten, innen und aussen, gleich, so ist das Ab-
nmen leicht; so lange die Luftverdünnung besteht, scheinen Glocke
rsatz aus einem Stück zu sein. Machen wir die Glocke nicht von
n von einem sehr elastischen Material, so sehen wir sie sich durch
en immer mehr und mehr an ihre Unterlage anpressen, bis endlich
ender Gestalt der letzteren der Zwischenraum zwischen beiden ganz
n ist. Die elastische Haut schmiegt sich fest an die starre Unterlage
sich nicht von ihr entfernen, bis wir wieder Luft zuströmen lassen.
nen elastischen, leicht ausdehnbaren Beutel in eine Flasche gehängt
en zwischen ihm und der Wand die Luft durch Auspumpen oder
o sehen wir den Beutel sich fest an die Wandung anschmiegen und,
e beweglich ist, allen Bewegungen derselben folgen. Es hat dann
chen, als wäre der elastische Beutel an die Wände angekittet. Am
ndet man zu einem solchen Versuche als Beutel die Lunge eines

kleineren Thieres, da eine solche ungemein ausdehnbar ist. Sie leg beschriebenen Weise an die Wandungen an, wenn die Luft zwische dünnt wurde, wobei sie sehr bedeutend ausgedehnt wird, und sink ein kleines Volumen zusammen, wenn Luft zwischen ihre Oberfl Wandung des Gefässes einströmt. Genau ebenso ist die Einfügung den Brustraum. Die Lunge liegt mit ihren Wänden direkt der innere des Thorax an und ist über ihr natürliches Volum ausgedehnt. S Luft von aussen her zwischen die Brustwand und die Lungenoberfläch gestatten, indem wir etwa durch einen Stich die sogenannte Pleurah so stürzt die Luft mit Gewalt, pfeifend herein und die Lungen sin natürliches Volumen zusammen. Eine wahre Pleurahöhle kann na existiren, da die Lungenoberfläche — das viscerale Blatt — der wand — dem peripherischen Blatte — genau anliegt. Nur eine Menge seröser Flüssigkeit ist zwischen ihnen vorhanden und erleicht schiebung der beiden Blätter an einander.

Die Verhältnisse der Lungeneinfügung sind also so, als wäre zw genoberfläche und Thoraxwand die Luft vollkommen ausgepumpt un dadurch nicht unbedeutend ausgedehnt. Bei dem ungeborenen Kin noch nicht mit Luft gefüllte atelektatische Lunge dicht an der Brustw Brustraum ist durch das heraufgedrängte Zwerchfell namentlich sehr sodass ihn die noch nicht ausgedehnten Lungen mit den übrigen Brust vollkommen ausfüllen. Zwischen Lungenoberfläche und Brustwand is und kann auch keine herein. Sobald das Kind zu athmen beginnt, die erste Inspirationsbewegung den Brustraum. Da keine Luft zwisch und die Brustwand herein, diese sich auch nicht von der letztere kann, so wird die Lunge mit ausgedehnt, ihre Luftzellen erweitert. Nu in die Bronchien ein, füllt sie bis zu ihren letzten Endausbuchtungen sich nun durch äusseren Druck nicht mehr vollkommen aus ihnen en bleibt die Lunge nach der ersten Athmung schon etwas über ihr nat lumen ausgedehnt. Bekanntlich wird der bleibende Luftgehalt der der ersten Athmung zur sogenannten Lungenprobe in der gerichtli benützt. Eine Lunge, die einem Kinde, das gelebt hat, angehört, se Wasser geworfen, während eine Lunge eines vor der ersten Athmu benen Kindes darin untersinkt. Mit der zunehmenden Körperentwicke der Brustraum in stärkerem Verhältniss als die Lunge, die Ausdehnun nimmt dadurch mehr und mehr zu.

In der Brusthöhle herrscht durch diese Einfügungsart der Lun auf alle Organe ein negativer, sie auszudehnen strebender Druck o Zug, den wir bei der Blutbewegung nicht unwesentlich betheiligt f elastischen Kräfte der Lunge sind beständig bestrebt, diese zu verk auf ihr natürliches Lumen zurückzuführen. Alles was in ihrer Nähe lich ist, wird dadurch angezogen, elastische Hohlräume, z. B. das Her seine Vorkammern und Gefässe ausgedehnt. Bei der Erweiterung des T die Einathmung wird die Lunge noch weiter ausgedehnt, der negative Dru raum also noch weiter verstärkt. Bei mageren Individuen sehen wir d Exspirationen die Interkostalräume einsinken, bei angeborener F ebenso die die Lungen und das Herz deckende Haut. Sowie die Mus

nung nachlässt, welche die Ausdehnung des Brustkorbes bewirkte, kommt sticität des Lungengewebes zur Wirkung und zieht den Thorax, der nun its sich auch nicht von der Lungenoberfläche loslösen kann, wieder in hestellung zurück. Die elastischen von der Lunge ausgedehnten Organe lbstverständlich auch ihrerseits einen Zug auf die Lunge aus.

gehemmter Athmung tritt auch bei der Exspiration Muskelwirkung auf. rationsmuskeln sind vor allem die Bauchmuskeln, welche die Rippen wärts ziehen und durch den gleichzeitig auf die Eingeweide ausgeübten das Zwerchfell nach aufwärts drängen. Der Quadratus lumborum und der s posticus inferior jederseits können sich an dem Herabziehen der Rippen gen, das nach demselben Principe den Brustraum verengert, wie ihn das iehen vergrösserte. Dabei können die Lungen bei geschlossenen Athem-en so zusammengepresst werden (cf. S. 400), dass dadurch der Druck raum ein positiver wird, was man an der Hervorwölbung der Interkostal-oder dem sackartigen Hervorpressen der Hautdecke über Herz und der ei angeborener Fissura sterni direkt sehen kann.

Erweiterung und Wiederverengerung des Thorax und damit die ge-te Luftmenge ist bei ruhigem Athmen nicht bedeutend. Es kann durch kste Athmen weit mehr Lnft ein- und ausgetrieben werden. Die Menge elche nach der stärksten Inspiration ausgeathmet werden kann, nennt tal-Kapacität der Lunge, welche HUTCHINSON für den Erwachsenen 3772 Cub.-Cent. bestimmte. Auch nach der tiefsten Exspiration ist mlich viel Luft in der Lunge enthalten. Diese »rückständige Luft« zwischen 1200—1600 Cub.-Cent. Nach einer ichen, seichteren Ausathmung bleiben noch etwa b.-Cent. zurück (2500—3400). Der Ueberschuss erstere Menge wird als Reserveluft benannt. e der durch einen gewöhnlichen, ruhigen Athemzug ausgeathmeten Luft, die Respirationsluft twa 500 Cub.-Cent. Was bei tiefster Inspiration fgenommen wird, heisst Complementärluft. seln diese Grössen bedeutend bei verschiedenen en und Körperzuständen, namentlich mit Ruhe vegung. Aus den angeführten Zahlen ergiebt sich, einer gewöhnlichen Athmung kaum mehr als $^1/_6$ er Lunge enthaltenen Luft erneuert wird (Fig. 130). rch die Athmung findet eine Mischung der Lungen-dem neuaufgenommenen Luftantheil bis zu den ch erweiternden und dabei Luft einsaugenden statt. Letztere werden sich freilich zunächst nur in den feineren Bronchien enthaltenen Luft füllen sodass die Erneuerung ihres Inhaltes nicht so h sein kann als in den anderen Schichten der Lunge. t muss daher stets den grössten Kohlensäuregehalt und die direkt an den Lungenbläschenwandungen de Luftschicht kann sich in ihrer Kohlensäurespan-cht von dem Blute selbst unterscheiden.

Fig. 130.



Nach HUTCHINSON. Die verschiedenen beim Athmen unterschiedenen Luftvolumina *a b* rückständige Luft, die nach möglichst tiefem Ausathmen noch in der Lunge verbleibt. *b c* Reserveluft, *c d* Respirationsluft. *d e* Komplementärluft. *b e* Vitale Kapicität oder Athmungsgrösse.

Messapparate der Athembewegung. — Die Vitalkapacität wird durch Athm einer in Wasser getauchten und mit Wasser gefüllten Glocke: Spirometer Messen des ausgeathmeten Luftvolums erlaubt, bestimmt. Damit das Gewicht Ausathmen nicht behindert, ist dieses durch daran gehängte Gewichte aquilibri lichen Praxis hat dieses Instrument wenig Anwendung gefunden, da es ein Athmen voraussetzt, um richtige Zahlen zu geben. Die Ausdehnung des B jedem Athemzug wird durch Thorakometer gemessen, unter denen ein Centimeterbandmaass, das man um die Brust legt, und mit dem man während den Exkursionen messend folgt, das einfachste und zweckmässigste sch Pneumograph ist ein Gürtel, zum Theil aus einem elastischen Hohlcylin der sich bei der Inspiration erweitert und mit einem Manometer verbunden se auf die Kymographiontrommel registriren kann. Durch Einstechen von Nad an Thieren die Athembewegungen messen und sich auch selbst registriren lass Anschlagen an Glocken. Bei ROSENTHAL's Phrenograph wird ein Fühlhebel Abdomen her an das Zwerchfell angelegt, dessen Bewegungen man direkt b sich in der gewöhnlichen Weise aufschreiben lassen kann.

Athemgeräusch. — Das Einströmen der Luft bringt in den Athemorgan Athemgeräusche hervor, deren Veränderung durch krankhafte Zustand von Wichtigkeit werden. Man hört sie, wenn man das Ohr auf die Brust a starren, weiteren Hohlräumen: der Luftröhre, den grossen Luftröhrenästen, is einfach hauchend; in den feineren Bronchien mehr »schlürfend«, zischend. M letztere, *w* oder *f* ähnliche Geräusch vesikuläres Athmen, das erste bronchiales Athmen. Das vesikuläre Athmen zeigt sich normal nur de dern, bei denen auch die Ausathmung ein deutliches Geräusch verursacht. Erwachsenen sind die Geräusche undeutlich, bei der Exspiration meist gar nich Durch verstärkte In- oder Exspirationen unter dem Einfluss von Gemüthsbe Leidenschaften hören wir auch bei Erwachsenen laut hörbare Geräusche, die i der Stimmritze und der Luftröhre entstehen: Seufzen, Gähnen, Schluchzen jeder Inspiration wird ein Druck auf die Baucheingeweide ausgeübt; wird de lich durch Verschluss der Stimmritze nach starker Einathmung verstärkt, und zeitig die Bauchmuskeln kräftig kontrahirt, so können dadurch Mastdarm, B ihrem Entleerungsbestreben unterstützt und entleert werden: Bauchpress

Den negativen Druck im ruhenden Thorax durch die Ela Lunge hat DONDERS zu etwa 6 Mm. Quecksilber bestimmt, indem er an Luftröhre luftdicht durch ein Manometer verschloss und nun die Brusthöhle du öffnete. Kontraktion der Bronchienmuskulatur werden durch Verengerung deren Raum dann auch zum Theil von dem Alveolengewebe der Lunge einge den muss, den negativen Druck in der Lunge steigern müssen.

Die Spannung der Luft in der Lunge erfährt bei ruhigem Athm Veränderungen. In der Luftröhre beträgt sie bei der Exspiration höchstens Inspiration nur 1 Millimeter Quecksilber, in den Lungen selbst sind die Druck meist noch geringer. DONDERS führte in ein Nasenloch luftdicht ein Manomet Quecksilberstand er auf einer Kymographiontrommel registrirte. Bei stark wegung sah er den negativen Inspirationsdruck auf 36—74 Mm., den positive druck auf 82—100 Mm. Quecksilber steigen. Bei schwachen und stärksten Ath fand ich das gleiche Verhältniss, dagegen finde ich bei mittelstarkem Athmen hältnisse bei Aus- und Einathmung gleich.

Beim gewöhnlichen Inspiriren wird der Widerstand, welchen die Lun dehnung entgegensetzen, das Gewicht des Thorax u. s. w. durch Muskelaktio Die Kraft, welche bei einer Inspiration gewöhnlich zur V kommt, berechnet DONDERS, abgesehen von der Torsion der Rippen, zu 4 Beim gewöhnlichen Exspiriren wirkt dieses Gewicht grösstentheils als Elasti

rung in der Lunge. GRÉHANT hat den Verkehr der eingeathmeten Luft mit der r Lunge befindlichen dadurch zu bestimmen versucht, dass er auf einmal 500cc einathmete, und nun bei nachfolgender Luftathmung konstatirte, wann aller ein- Wasserstoff die Lunge wieder verlassen hat. Er fand die Athemluft erst nach Athemzuge wieder wasserstofffrei. Annähernd so wird es sich auch mit der en atmosphärischen Luft verhalten. Nach der ersten Ausathmung (500cc) sollen 0cc Wasserstoff noch 330cc in den Lungen sein, welche sich gleichmässig ver- . Dieses Resultat überträgt GRÉHANT direkt auf die eingeathmete atmosphärische Kubikcentimeter Alveolenluft würde dann bei einem mittleren Lungenvolumen bei einer Einathmung von 500cc atmosphärischer Luft $\frac{330}{2930}$ = 0,113cc frischer 3cc O erhalten. Diese Zahl 0,113cc wird als Ventilationscoefficient bezeich- Grösse, wie man sogleich sieht, von dem Lungenvolum und dem inspirirten abhängig ist. Das Lungenvolumen bestimmte GRÉHANT ebenfalls durch inathmung, indem er aus einem geschlossenen Raume, der primär 1 Liter enthielt, so lange athmete (4—6 Athemzüge genügten), bis sich der Wasserstoff in der Lungenluft und der ausgeathmeten Luft vertheilt hatte. Er bestimmte stirenden Wasserstoffgehalt in dem anfänglich ganz mit Wasserstoff angefüll- ind konnte nun unter der Annahme, dass der fehlende Wasserstoff sich in der n demselben Procentverhältniss vertheilt hatte wie aussen, das Lungenvolumen Er fand so bei Erwachsenen eine Schwankung des Lungenvolumens von 2,190cc

quenz der Athemzüge und der Nerveneinfluss auf die Athmung.

l der Athemzüge in der Minute ist nach verschiedenen Umständen kend. Schon bei geringen Muskelanstrengungen z. B. sehen wir den nus sich beschleunigen, und zwar noch früher als die Frequenz der die wir unter demselben Einfluss zunehmen sahen. Schon allein ss wir unsere Aufmerksamkeit auf die Athembewegungen richten, ir ihren gewöhnlichen Rhythmus. Wenn wir bei irgend Jemandem ge zählen wollen, so müssen wir das, um sichere Resultate zu er- sein Vorwissen thun. HUTCHINSON zählte bei beinahe 2000 Perso- Vorwissen die Athemzüge, und es stellte sich heraus, dass die grösste ischen 16 und 24 Mal in der Minute athmeten, dabei kamen 20 Athem- Minute weitaus am häufigsten vor (von 1731 athmeten 521 20 Mal in Die unterste Zahl für die Athemfrequenz Gesunder war 9, die diese höchsten und niedrigsten Zahlen sind beide gleich selten. es Athemzuges macht im Durchschnitt das Herz vier Kontraktionen. der Herzkontraktionen, so sinkt auch die Frequenz der Athembe- n der Geburt bis zum kräftigsten Mannesalter, um von da wieder ehmen.

ungen von QUETELET ergaben:

	mittlere Frequenz der Athmungen in der Minute
Neugebornes Kind	44
5 Jahre alt	26
15—20 ,,	20
20—25 ,,	18,7
25—30 ,,	16
30—50 ,,	18,1

In Krankheiten kann die Zahl der Athemzüge bedeutend sinken
viel häufiger steigen. Alles, was die Oxydationen im Organismu
Fieber, Entzündung etc., steigert auch die Athemfrequenz; eine im A
gesteigerte Körpertemperatur bringt eine gesteigerte Athemfrequenz her
und Athemfrequenz steigern sich dabei ziemlich gleichmässig. Wir
Momente, welche die Herzaktion verändern, auch bei der Athemfreq
sam. Verdauung, Gemüthsbewegung, Schwächezustände vermehren
weibliche Geschlecht zeigt meist eine grössere Athemfrequenz als das

Wir können die für gewöhnlich unwillkürlich vor sich gehend
bewegungen auch willkürlich anregen, in ihrem Rhythmus und ihrer
ändern, für kurze Zeit auch ganz unterbrechen. Doch zwingt nach einer sol
brechung uns sehr bald die »Athemnoth« zu unwillkürlichen, verst
beschleunigten Athembewegungen. Das von dem Willen aus, aber
torisch und, wie es wenigstens scheint, auch automatisch erregbare ne
trum dieser komplicirten Bewegungen, welche zu einer Erweiterung
engerung des Brustraumes und der Lungen führen, ist in dem v
Marke gelegen und zwar an einer ganz umschriebenen Stelle desselb
Ursprungsstelle des Vagus und Accessorius. Die Jäger kennen diese
welcher dem angeschossenen Thiere der Hirschfänger eingestossen
das Athmen und mit diesem das Leben sofort vernichtet. Die Franzo
daher dieses Athemcentrum: Noeud vital (FLOURENS). Von ihm aus
Athemnerven (Nervi phrenici, die äusseren Thoraxnerven) in Action w
dann ihrerseits die Athemmuskulatur zur Thätigkeit anzuregen. Unu
pflanzt sich von dieser Stelle aus ein regulirender Antrieb auf die At
gungen fort. Das Experiment beweist, dass diese Regulirung in einer
Abhängigkeit von dem Vagus steht. Es gelangen wahrscheinlich von
breitungsbezirke des Vagus in den Eingeweiden (z. B. den Lungen)
zu dem Noeud vital die eine raschere Erregungsfolge der Athemnerv
rufen. Es scheint das dadurch bewiesen zu werden, dass nach Durch
des Vagus am Halse die Athemfrequenz sehr bedeutend sinkt. TRAUBE
nach der Durchschneidung die elektrische Reizung des centralen Va
die Athemfrequenz in der Mehrzahl der Fälle wieder beschleunigt und
durch Verstärkung der Reizung sogar eine krampfhafte Einathmung
kann. Die Athembewegungen werden während der Verlangsamung na
gusdurchschneidung entsprechend tiefer, sodass keine Verminderung
einer gegebenen grösseren Zeit ein- und ausgeathmeten Gasmengen eb
wie im Chemismus des Gaswechsels (VOIT und RAUBER) eintritt. Die L
Medulla oblongata bleibt also im Ganzen die gleiche, sie wird nur ande
J. ROSENTHAL fand neben dieser letzten Beobachtung noch weiter, d
Hand mit diesem zur Inspiration reizenden Erregungszustand, der im
läuft, dem Noeud vital auch noch von den sensiblen Nerven des
vom Nervus laryngeus superior eine entgegengesetzte Erregun
werden kann. Wird der genannte Nerve durchschnitten und sein centr
elektrisch gereizt, so verlangsamt sich die Athemfrequenz, endlich
Zwerchfell erschlafft stehen, die Athembewegungen sistiren ganz, be
sten Reizung treten sogar die Ausathemmuskeln in Thätigkeit. Der d
gerten Marke — centripetal — zugeleitete Erregungszustand des Vag

piration an, die in dem Laryngeus superior verlaufenden Nervenfasern dagegen reflektorisch vom Kehlkopfe aus das Athemcentrum zur Einlei- Exspirationsbewegungen veranlassen. Da also der Laryngeus die ak- wegung der Inspiration verhindert und wenigstens primär die Athem- g verlangsamt und ganz unterbricht, so kann man ihn als einen Hem- erven für das Athemcentrum ansprechen, ähnlich wie wir den Vagusstamm mungsnerven für die nervösen Herzcentralorgane kennen gelernt haben. stärkere Reizung sehen wir freilich, was bei anderen Hemmungsnerven r Fall ist, eine Reihe neuer Bewegungen (Exspirationsbewegungen) auf- Vagus und Laryngeus superior sind regulirende Nerven für die g. Verlangsamend wirkende Fasern sollen dem Noeud vital auch durch Nerven, vor allem den Laryngeus inferior zugeleitet werden (PFLÜGER, u. A.). Exspirationsbewegungen scheinen unwillkürlich, reflektorisch Reize der sensiblen Hautnerven eintreten zu können, wenigstens sind »Schauern« vor Kälte krampfhafte, geräuschvolle Exspirationsbewegun- unden, dagegen erregt das Erschrecken durch Anspritzen mit kaltem Inspirationen. Die erste Athembewegung des Neugebornen wollte er allein vom Kältereiz der von der Haut aus auf das Athemcentrum würde, ableiten, sicher wirkt hier die durch die Unterbrechung der thmung eintretende Veränderung in dem Blute mit, welche auf das trum erregend wirkt. Bei Hirndruck sehen wir die Zahl der Athem- bedeutend bis auf mehr als die Hälfte herabgesetzt, ebenso die Puls- g.

Athmung kann bei Kaninchen ganz unterdrückt werden, wenn man das Sauerstoff z. B. durch künstliches Einblasen desselben in die Lungen nd gesättigt erhält. J. ROSENTHAL nennt diesen von ihm entdeckten Zu- Organismus, in welchem letzterer aus Ueberfluss an Sauerstoff nicht d zur Erhaltung seiner Verbrennungen nicht zu athmen braucht: Apnoe rschied von der Athemnoth Dyspnoe, welche in Folge von Sauerstoff- n Blute eintritt und mit den beschriebenen starken, krampfhaften Athem- gen und allgemeinen Muskelkrämpfen einhergeht. Ausser dem Sauer- el scheint wohl auch die Kohlensäure anregend auf das Athmungscentrum n. Die vermehrte Anwesenheit der Kohlensäure im Blute und hoch- Sauerstoffmangel lähmt endlich das Centrum der Athembewegungen, gar keiner Aktionen mehr fähig ist. Ebenso lähmt die Kohlensäure übrigen Ganglienapparate des Gehirnes und Rückenmarks.

SENTHAL hat angenommen, dass der Ausdehnungszustand der Lunge mechanisch atorischen Fasern erregt, und zwar scheint dabei insofern eine Selbststeuerung mung einzutreten (HERING), als die Ausdehnung der Lunge bei der Inspiration die risch wirkenden, hemmenden Fasern erregt, während umgekehrt durch das Zu- sinken der Lunge bei der Exspiration die beschleunigend wirkenden, inspiratorischen rregt werden.

hat darüber diskutirt, ob das die Anregung vermittelnde Moment in der Medulla ob- der Sauerstoffmangel oder die Kohlensäureüberladung im Blute und der Gewebs- it der betreffenden Lokalität sei. Kohlensäureanhäufung und Sauerstoffmangel aber normal meist gemeinsam zur Wirkung, ebenso das umgekehrte Verhältniss. L's Experimente zeigen, dass Sauerstoffmangel ohne Kohlensäureanhäufung bei der

Athmung in indifferenten, sauerstofffreien Gasen, Athmung anregt und Dys
ebenso wirkt aber auch das Einblasen sauerstoff- und kohlensäurereicher
(Traube), sodass die Frage gegenwärtig noch unentschieden scheint. Am
scheint es, mit Pflüger zu schliessen, dass sowohl Sauerstoffmangel als Kohl
fung erregend auf das Athmungscentrum wirken. Wenn das Blut sehr saue
wirkt aber offenbar nach Rosenthal's Experiment über Apnoe die Kohlensäure
regend als sonst. Vielleicht betheiligen sich, wie ich aus meinen Beobacht
müdende Stoffe schliesse, noch andere aus dem Stoffwechsel hervorgehende
der Reizung des Athemcentrums und die daraus resultirende Veränderung
flüssigkeit. Die Blutveränderung, welche die Athmung anregt, braucht nach
perimenten nur lokal in dem Gefässgebiete der Medulla einzutreten, was man
derung des arteriellen Zuflusses oder venösen Abflusses des Blutes vom Gehirn
striren kann.

Für den Arzt ist die Kenntniss der Erscheinungen, die man unter den
zusammenfasst, und die schliesslich in Erstickung, Suffokation übergehen
Wichtigkeit. Die Veränderungen, welche das Blut bei irgendwie erzeugter
Sauerstoffaufnahme und Kohlensäureabgabe in der Athmung erfährt, bewi
d. h. zunächst eine Verlangsamung aber besonders eine Vertiefung der At
Betheiligung der accessorischen Athemmuskeln. Dadurch wird bei Athmu
atmosphärischer Luft dem Blute mehr Sauerstoff zugeführt, die Kohlensäure
geschieden, sodass der gestörte Athmungsvorgang dadurch mehr oder we
zurückgeführt wird, im Sinne einer Selbststeuerung. Steigern sich dagegen d
Blutveränderungen noch weiter, so müssen wir zwischen den Wirkungen de
anhäufung und den Wirkungen der Sauerstoffverarmung des Blutes untersch
bewirkt zunächst nur gesteigerte Dyspnoe, letztere allgemeine klonische
Körpermuskeln, welche von einem ebenfalls in der Medulla oblongata gele
ausgehen. Auch die Athembewegungen bekommen nun einen krampfhaf
die Gefässmuskeln kontrahiren sich, was man an dem Erblassen des Auge
bei erstickenden Kaninchen direkt konstatiren kann. Störung in der Blutz
hirn z. B. Verschliessen der Korotiden und Vertebralarterien, ebenso Ver
maul, Tenner) bringen auch zunächst Dyspnoe und dann Allgemeinkrämpf
Steigerung der durch die Störung in der Blutcirkulation entstehenden c
websumänderungen in der Medulla (Anhäufung ermüdender Substanzen
Mangel des zu jeder Aktion der Gewebe wie des Protoplasma nöthigen Sauer
die Erregbarkeit der Nervencentra und damit die Athembewegungen un
tritt **Asphyxie** ein, aus der mit dem Aufhören der Herzaktion der **Erstickun**
bildet. **Künstliche Respiration** ist noch im Stande das Leben wieder zu brin
wenn das Herz noch schlägt. Die künstliche Athmung besteht am besten in
schen Zusammenpressen des Brustkorbes, mit den beiderseits aufgelegten
der Asphyktische auf dem Rücken gelagert wird. Der Mund des Patienten
Anwendung von Gewalt, z. B. durch Einschieben von passenden festen Geg
Schlüssel zwischen die Zähne, geöffnet, die Zunge mit einem Tuche erfass
weit herausgezogen, um den Kehldeckel zu heben. Hierbei Oeffnen der Fen
Luft zuzuführen, natürlich Entfernung aller den Patienten in der Athmung b
dungsstücke etc. Man übt den Druck mit den Händen beim künstlichen
die Mitte und den unteren Abschnitt des Brustkorbes aus, wodurch auch da
beeinflusst wird, das man auch durch Auflegen der Hand auf den Bauch u
Pressen desselben mit der Richtung nach oben allein zur künstlichen Athm
kann. Vor Anwendung roher Gewalt hat man sich zu hüten, namentlich b
Neugeborenen. Nach langsamer Unterbrechung des Placentarkreislaufs bei
Geburten tritt Asphyxie bei Neugeborenen bekanntlich häufig auf, i
deutende Störungen im Blutleben mit Dyspnoe sich einstellen, ehe Gelegen

nahme durch die Lungen gegeben war. Bei der Rückkehr der normalen Athmung der künstlichen sieht man zunächst einzelne krampfhafte Athembewegungen auf-aus denen sich beiRückkehr des Lebens die normale Athemfolge entwickelt. Anwen-er Elektricität zur künstlichen Athmung vergleiche man unten bei Elektricität.

s Blut der Erstickten ist nach SETSCHENOW sauerstofffrei, das arterielle wie das die keinen Farbenunterschied mehr zeigen, beide sind schwarzroth. Das vorsichtig ohne ritt mit dem Spektroskop untersuchte Blut zeigt das Spektrum des reducirten Haemo-(S. 360) Die Kohlensäure ist dem Sauerstoffmangel nicht entsprechend vermehrt, ckstoffgehalt des Blutes, sein Gehalt an gebundener Kohlensäure scheint unverändert. Die nnte Cyanose, die sich bei andauernder Dyspnoe einstellt, kennzeichnet sich durch uliche Färbung der Lippen und Schleimhäute und die livide Blässe der ganzen Haut, rper ist kühl, schlaff, Neigung zu Schlafsucht, Sopor stellt sich ein, die Athmung ist frequenter. Alle diese Erscheinungen beruhen auf dem Mangel an Sauerstoff, der das nkler macht und den Stoffwechsel und damit Wärme- und Kraftproduktion herabsetzt.

Dyspnoe und die daraus sich entwickelnde Asphyxie und Erstickung haben wie gesagt Mehrzahl der Fälle ihren Grund in mangelnder Sauerstoffzufuhr zum Blute, r zum Gesammtblute oder zu dem Blute des Athemcentrums allein. Der Sauerstoff-kann hierbei eintreten, entweder dadurch, dass die Zufuhr desselben zum Blute ge-er vernichtet ist durch Behinderung in der Athmung: Verschluss der Stimmritze, röhre, der Bronchien, Zusammensinken der Lunge durch Druck (Pneumothorax oder de), theilweise krankhafte Unwegsamkeit des Lungengewebes; die Athembewegungen z. B. bei Chloroformirten aufhören oder bei Neugeborenen nicht beginnen. Auch inderung der Hautathmung (Firnissen) scheint zum Theil in seinen Wirkungen hierher ren. Andererseit kann aber auch das Blut nicht oder nicht genügend zu den Re-nsorganen gelangen, entweder indem es in den nervösen Centralorganen der Athmung oder wegen Verschlusses der Pulmonalis oder deren Hauptzweige, oder es fehlt das bei der Verblutung mehr oder weniger ganz. Der absolute oder relative Mangel des ffs im Athemmedium kann ebenso Mangel der Sauerstoffzufuhr bewirken, z. B. bei g im abgeschlossenen Luftraum, wobei aber auch die Kohlensäure noch mit zur g kommt, dann bei dem Versuch der Athmung in indifferenten Gasen, im n Raum, unter Wasser etc.

eigenthümliche Ursache der Sauerstoffverarmung des Blutes haben wir schon oben in der Aufnahme von Kohlenoxydgas und Schwefelwasserstoffgas in's Blut bei der g kennen gelernt. Das erstere Gas treibt den im Blute befindlichen Sauerstoff aus cht die Blutkörperchen (Haemoglobin) zunächst unfähig, wieder Sauerstoff in sich hmen. Andere Gase, wie z. B. der Schwefelwasserstoff, entziehen, wie wir sehen, s dem Blute seinen Sauerstoffgehalt. Asphyxie aus Kohlenoxydvergiftung kann durch che Athmung wohl niemals aufgehoben werden, hier ist die Transfusion des Blutes gt. Ist die selbständige Athmung dagegen nur gestört und unregelmässig, Dyspnoe, ie künstliche Athmung am Platze, da dann noch nicht alles Blutroth sich mit Kohlen-erbunden hat und der gesunde Rest des Blutes bei gesteigerter Athmung noch hin-wird, das Leben zu erhalten.

sowohl für die Athmung als das Leben indifferente Gase bezeichnet man solche, mit der genügenden Sauerstoffmenge gemischt, eingeathmet, das Leben nicht be-htigen, für sich allein geathmet aber auch das Leben nicht erhalten können. Nur ff und Wasserstoff scheinen ganz indifferent, man führt auch noch das Grubengas an. hluss der Stimmritze tritt durch die Wirkung der sogenannten irrespira-Gase ein, welche Stimmritzenkrampf erzeugen. Hierher gehören alle gasförmigen zunächst die Kohlensäure, Salzsäure, schwefelige Säure etc., und die säurebilden-se, z. B. Stickoxydgas, das sich mit Sauerstoff in Untersalpetersäure verwandelt. lkalische Gase: Ammoniak, Methylamin etc., sowie Chlor und Ozon bewirken

Stimmritzenkrampf, führt man diese Gase durch Luftröhrenfisteln ein, so w
sie erregen Lungenentzündungen (TRAUBE), ebenso, wenn nach Durchsch
Vagi oder Laryngei inferiores die Stimmbänder gelähmt sind.

Ueber das Verhalten der Gase zum Blute vergleiche man bei Blut oben.

Die Bewegungen der Lunge. — Die Athembewegungen der Lungen können de
sichtbar gemacht werden, dass man in einiger Ausdehnung die Brustwand bei le
abträgt bis auf das Rippenfell, die Pleura costalis. Man sieht dann durch diese d
Membran die Lungen sich verschieben. Die Verschiebung findet vor allem von
statt, wenn das Zwerchfell sich abplattet und von der Brustwand loslöst. D
der Lunge zieht dabei auch Kehlkopf und Luftröhre nach abwärts, wie man
Halse sehen kann. Die Erweiterung des Thorax nach der Seite und nach v
Lungen, sich auch von vorne nach hinten zu verschieben. Bei jeder stark
schieben sich, wie schon bei der Besprechung des Herzstosses angeführt wurd
Lungenränder zwischen Herzbeutel und Pleura ein, sodass das Herz, welches
Ausathmung in ziemlicher Ausdehnung der Brustwand anliegt, nun von d
sich vorschiebenden Lungenränder getrennt wird. Bei dem Menschen komm
krankhafte Verwachsungen der beiden Pleuraplatten vor, dadurch wird di
der Lungen an der Brustwand, wenigstens an den Stellen der Verwachsung, ge
zeitig aber auch die Ausdehnung der Brust nach der Richtung, welche die Ve
Lunge fordern würde, unmöglich gemacht. Durch derartige ausgedehntere V
wie sie in Folge von Entzündungsprocessen der Pleura bei Lungenkrankhe
nimmt daher die vitale Kapacität der Lungen oft bedeutend ab.

Für den Arzt sind noch einige Veränderungen des mechanischen Athem
Wichtigkeit: Niesen und Husten. Beides sind reflektorische Vorgänge, b
auf eine tiefe Inspiration eine oder mehrere kräftige, plötzliche Exspirationsst
Husten folgt vor den Exspirationsstössen noch ein krampfhaftes Verschliess
ritze, welcher Verschluss durch die heftigen Ausathemstösse für kurze Zeit
wird. In diesem Fall wird der Brustraum so weit zusammengepresst, das
Druck in ihm in einen positiven verwandelt werden kann. Es tritt dann eine
ein, die sich besonders am Kopfe sichtbar macht: Blauhusten etc.

Der Husten entsteht reflektorisch durch Reizung der Luftwege (Laryngeus
aber auch willkürlich zur Entfernung von Schleim etc. aus diesen hervorge
Das Niesen entsteht sogar nur reflektorisch durch sensible Reize der Nasensch
geminus). Bei einigen reizbaren Individuen entsteht es auch durch Blicken
z. B. in die Sonne. Beim Schnäuzen wird willkürlich ein kräftiger Luftst
Nase, bei dem Räuspern durch den Kehlkopf in den Mund getrieben, um in
den Höhlen vorhandene Substanzen (Schleim etc.) zu entfernen. Das Sch
Röcheln besteht in Erzitterungen des erschlafften weichen Gaumens dur
luftstrom.

Betheiligung der luftzuleitenden Organe an der Athmung. — Die Nasenhöhle,
durch den Mund in geringerem Grade die Mundhöhle, der Kehlkopf, die Luf
Bronchien dienen nicht nur zu vorläufiger Erwärmung der inspirirten Luf
reinigen dieselben auch zum Theil von gröberen schädlichen Beimengungen,
die Haare am Eingang der Nasenhöhlen zurückgehalten werden oder an de
überzogenen Wänden der genannten Höhlen haften bleiben. Fast in der gan
den Strecke findet sich Flimmerbewegung, welche, nach aussen gerichtet, Schl
Staubbeimischung und andere eingedrungene Partikelchen heraus schafft, w
nach aussen gerichtete Luftstrom bei der Exspiration willkürlich oder unw
stärkt mit betheiligen kann.

Zur ärztlichen Untersuchung. — Auswurf, Sputum. Man fasst unter
Alles zusammen, was aus den Respirationswegen: Mundhöhle, Schlund, Trach
Lungen stammend durch den Mund ausgeworfen wird.

ıalen Auswurf findet sich Schleim von den Schleimdrüsen der genannten Organe Dem Schleim ist stets Speichel zugemischt und oft aus der Mundhöhle (hohlen .) die mannigfaltigsten Speisereste.

ɩhaften Zuständen der Organe kann der Auswurf flüssiges Blut, Eiter, Tuberkel-le zerstörten Lungengewebes, Gewebselemente des Larynx, anorganische Kon-us den Luftwegen und der Mundhöhle, parasitische Bildungen aus diesen Organen, Pseudoplasmen etc. enthalten (Fig. 131).

roskop zeigt unter Umständen im Auswurfe osse Mannigfaltigkeit der Formen: ɛpithelien der Mundhöhle, Flimmerepithelien tionswege, Schleimkörperchen, Eiterkörper-henzellen, Faserstoffgerinnsel, Pigmentkörper-en und frei, Fetttröpfchen, Blutkörperchen, ɪrten Lungengewebes (elastische Fasern, so-ɪngenfasern (Fig. 131) glatte Muskelfasern (?), en, Krebszellen verschiedener Art, Kalkkon-nochenstückchen; im Auswurf Tuberkuloser: ıre Ammoniak-Magnesia und Cholestearin; ıe, Infusorien. Hie und da Stücken des Echi-ɪminis. Oft auch Reste von Speisen: Pflanzen-ılfasern (nicht mit Lungenfasern zu verwech-kekörner, Muskelstückchen; durch Speise-ler Auswurf auch gefärbt sein.


Fig. 131.

Formbestandtheile des Auswurfs. *a.* Schleim- und Eiterkörperchen; *b.* sogenannte Körnchenzellen; *c* mit schwarzem Pigment (Alveolenepithelium); *d.* Blutzellen; *e.* Flimmerzelle nach Verlust der Wimperhaare und eine derartige Zelle mit Cilien; *f* kugelige Wimperzelle bei Katarrh der Luftwege; *g.* Flimmerzellen, welche Eiterkörperchen in ihrem Innern besitzen; *h.* Lungenfasern.

ɛmische Untersuchung der Sputa wird in den ällen angezeigt sein. Hie und da (bei Icteri- sich in den Sputis Gallefarbstoff durch Sal-ıachweisen. In einem Falle (cf. Galle) sah ich ıs reiner Galle bestehen, der nur noch etwas igemischt war. In der filtrirten Flüssigkeit t nur in reichlichster Menge Gallefarbstoff, sondern direkt auch Gallensäure mit-TTENKOFER'schen Probe nachgewiesen werden. Es hatte sich eine Leber-Lungen-lel, durch welche meist alle gebildete Galle entleert wurde. — Broncho-blenor-uta enthalten Schwefelwasserstoff als Ursache ihres Geruchs.

ider Bronchitis finden sich in den Sputis Pfröpfe, die anfänglich neben Detri-chlich aus Eiterkörperchen bestehen, sie sind weiss, später werden sie schmutzig ibt nur Detritus, in welchem sich nadelförmige Partikeln (Fettsäuren) und wahre ɛn und grössere Fetttropfen auffinden lassen. Die Farbe der Sputa ist sehr weiss, grau, roth, gelb, blau, grün, schwarz etc. Ein eigelbes Sputum findet tlich im Sommer ohne sonstige Erkrankung der Respirationsorgane. Bei Pneu-ɪrd das Sputum in den späteren Stadien citronengelb, während es anfänglich ıit rothen Blutstreifen erscheint. Bei Pleuritis mit eitrigstinkendem Auswurf ɪEICH eine sehr grosse Menge von schön rothen Haematoidinkrystallen ımbische Säulen) im Auswurf. In einem anderen Falle fand er ebenso massen-osinkrystalle in einem ausgehusteten fibrinösen Bronchialgerinnsel. Die une und schwarze Färbung der Sputa rührt meist von verändertem Blutfarbestoff mal von massenhafter Anhäufung von Pigmentzellen.

Vierzehntes Kapitel.

Die Athmung.

Die Chemie des Gaswechsels.

Theorie der Athmung.

Die Grundlage der heutigen Anschauung über den Athemproces schon bei der Betrachtung der Verschiedenheiten des arteriellen Blutes besprochen (S. 356); wir erinnern uns, dass ein Theil der Blute noch den Gesetzen der Gasdiffusion folgt, also nur mechanisch gemischt ist, während ein anderer Theil durch chemische Kräfte im den wird. Der Stickstoff im Blute ist nur absorbirt, ebenso ein Th lensäure. Diese Gase folgen dem DALTON'schen Gesetze. Der im Kohlensäureantheil kann an der Luft abrauchen, sowie das Blut m der für gewöhnlich ein sehr geringer Kohlensäuredruck besteht, in hung tritt. Ist aber der Kohlensäuredruck in der Atmosphäre höher so kann an Stelle der Abgabe von Kohlensäure eine Aufnahme ders Blut treten.

Die Sauerstoffaufnahme dagegen bleibt sich unter sonst gleichblei perlichen Verhältnissen in ziemlich weiten Grenzen annähernd gleich in reinem Sauerstoff oder in sauerstoffärmerer Luft als der atmosphäri met wird. Der Grund dafür ist in der Anwesenheit der haemogl Blutkörperchen im Blute zu suchen, die den Sauerstoff in sich eins Blutkörperchen haben, wie unten noch näher erörtert werden soll, n tere eigenthümliche Wirkung, sich bei der Ausscheidung der Kohle zwar des gebundenen Theiles, zu betheiligen. Setzt man zu Blutser perchenhaltiges Blut, so verliert das Serum einen grossen Theil seiner Kohlensäure. SCHÖFFER, dem wir diese Beobachtung verdanken, g Bildung einer Säure in den Blutkörperchen als Erklärung dafür.

Die Abgabe des Wasserdampfes in den Athemorganen folgt wied Verdunstungsgesetze: die ausgeathmete Luft ist mit Wasserdampf ziemlich genau auf die Körpertemperatur erwärmt, es findet also ein Wärmeabgabe bei der Athmung statt.

MAGNUS u. A. hatten angenommen, dass der Sauerstoff im Blute Oxydationen vornehme, dass das arterielle Blut als ein Sauerstoffstro

lurchströme, um, in den Geweben angelangt, die dort befindlichen Stoffe rennen und dafür die gasförmigen Produkte der Gewebsoxydation, Koh- und Wasser, in sich aufnehmen. Die neuere Physiologie glaubt, dass Blute der Sauerstoff nicht unwirksam ist, dass dort ebenso Verbren- vor sich gehen wie in den Geweben, und zwar nach Massgabe der Zellen- it, die auch in ihm stattfindet. Doch kann diese Oxydation im Blute, wie ziemlich gleichbleibenden Zusammensetzung des arteriellen Blutes her- , immerhin keine bedeutende sein.

den Geweben gehen nach Maassgabe ihrer Thätigkeit die organischen Ver- ngen vor sich, welche Kohlensäure in das Blut der Kapillaren einströmen Offenbar geht Sauerstoff aus dem Blute in die Gewebe selbst über, die stimmten Vorrath davon in sich aufspeichern können, von dem sie noch auch wenn sie kein sauerstoffhaltiges Blut mehr umspült. Wir werden bei der Besprechung der Muskelthätigkeit und des Nervenlebens auf die von Georg v. Liebig u. A. zu sprechen kommen, welche beweisen, Froschmuskel noch Kohlensäure bildet, wenn auch kein Sauerstoff mehr in Berührung kommt. Pettenkofer und Voit haben eine Sauerstoff- erung im Körper besonders während der Nachtruhe direkt beobachtet.

tellt sich also die Theorie der Athmung in Berücksichtigung der en Athemstoffe nun folgendermassen:

n die Lungenluft während der Athmung abgegebenen Gase werden nicht r Lunge gebildet, sondern finden sich schon im Blute vor, aus dem sie ngenluft abgegeben werden.

Kohlensäure entsteht durch organische Verbrennung kohlenstoff- örperbestandtheile und zwar zum kleinsten Theil im Blute selbst, zum in den Geweben, aus denen sie in das Blut übertritt. Das Wassergas, in der Lungenluft sich befindet, stammt zum kleineren Theil aus Ver- wasserstoffhaltiger Blut- und Gewebestoffe, zum grössten Theile aus die Nahrung in die Säftemasse des Körpers gelangten, an der Lunge nden Wasser.

Kohlensäure findet sich im Blute in verschiedener Weise vor: einfach reeinwirkung auspumpbar, oder nur durch Säuren und Blutkörperchen ar, fester gebunden.

e Portionen der Kohlensäure des Blutes werden in der Lunge ausge- ; die fester gebundene Portion sehen wir durch die Mitwirkung der Blut- n und des Sauerstoffs, vielleicht auch einer im Lungengewebe oder aus örperchen (Schöffer) sich bildenden und dem Blute sich beimischen- e ausgetrieben. Die weitere Ausscheidung der Kohlensäure aus dem t den Gesetzen der Gasdiffusion.

Wasserabgabe geht nach den Gesetzen der Verdunstung vor sich.

Aufnahme des Sauerstoffs in das Blutserum erfolgt nach den der Diffusion. Das Gesammtblut nimmt dagegen weit mehr Sauer- als es diffundirt enthalten kann: Der Sauerstoff wird im Blute durch örperchen gebunden und wahrscheinlich ozonisirt.

Gewebe entziehen dem Blute den Sauerstoff und häufen ihn theilweise , sodass sie einen inneren Sauerstoffvorrath enthalten, den sie bei ihren

Oxydationen verwenden, sodass die momentane Sauerstoffaufnahme u
säureabgabe in der Athmung sich nicht entsprechen müssen. Am
meist mehr Sauerstoff in der Kohlensäure abgegeben als direkt a
wurde, bei Nacht ist das Verhältniss meist umgekehrt (Pettenkofer u

Der Stickstoffgehalt der Atmosphäre wird nur seinem Dru
chend in die Blut- und Gewebsflüssigkeiten aufgenommen. In der At
kein der Gewebszersetzung entstammender Stickstoff ausgeschieden. I
setzten stickstoffhaltigen Körperstoffen entstammende Stickstoff geht i
Verbindung mit Kohlestoff, Wasserstoff und Sauerstoff als Harnstoff,
Kreatinin etc. etc. im Harne weg (Voit, J. Ranke, Henneberg) (übe
cf. unten).

Historische Bemerkungen.

Es hat unter den physiologischen Vorgängen im menschlichen Organismus
das Augenmerk der Denker auf sich gezogen als der Vorgang des Athmens. W
angefangen über diesen Vorgang zu philosophiren, beweisen die Benennungen
πνεῦμα und Anima: schon in der ersten Bildungsperiode der Sprachen hatte m
des ein- und ausströmenden Hauches als die eigentliche Quelle des thier
erkannt.

Eine spätere philosophische Zeit musste durch den beständigen Wechselverk
den Organismen mit der Atmosphäre, die ihr der Sitz der höchsten Kräfte war, auf
gebracht werden, dass dieser Vorgang das Verbindungsglied sei der unteren mit
und da man beobachtete, dass alle höheren Entwickelungen der psychischen Eige
bei athmenden Wesen in Erscheinung treten, so ist es nicht sehr verwunder
Lehre der Pythagoräer nicht nur das Lebensprincip als solches in den A
von dem aus es sich den athmenden Thieren in beständiger Erneuerung mitt
auch diesem Aether eine erkennende Kraft gleich der der Seele selbst zuschrei

Plato (Tim.) ahnte in etwas den wahren Vorgang der Respiration und seine
lich undeutlichen Aussprüche mahnen den Leser an Anschauungen unserer Ta

Doch müssen wir es auch in dieser Frage, wie in jeder, die sich auf exakte
tung bezieht, dem Altmeister der Forschung im Gebiete der Natur: Aristoteles
dass er es war, der die richtigen Anschauungen, soweit es seiner Zeit mögl
und in strenger Form dargestellt hat. Er lehrt, dass allein durch das Athm
der beseelten Wesen bestehe. Beim Athmen dringe der Lufthauch (τὸ πν
Lungen in das Herz, zu welchem Zwecke er besondere Kanäle annahm, und
von dort aus in dem ganzen Körper. Auf einem ganz anderen Weg als Jahr
ihm unsere neue Wissenschaft fand er in dem Athemprocess den Quell der thieri

Der Weg, der ihn leitete, war der der vergleichenden Anatomie. Er l
Buche über die Arten der Thiere, dass die Lebenswarme der Thiere um so h
gere, je vollkommener die Lungen gebildet seien, und zieht daraus den Schlus
das Vorhandensein der Lunge, des Respirationsorganes, die Lebenswärme beg

Nachdem wir Aristoteles bis zu dieser Höhe der Anschauung gelangt seh
wir in der folgenden Zeit bis zum Ende des Mittelalters einem eigentlich wesentlich
in der Theorie des Athmens nicht mehr (cf. Zur Entwickelung der Ernährung

Galen und Plinius, die Lehrer des Mittelalters, schliessen sich eng an Ari

Ein weiterer Fortschritt in der Lehre von der Athmung knüpfte sich er
denkwürdige Entdeckung des Kreislaufes (1619), durch welche es nachgewiese
beständig ein Theil des Blutes durch die Lungen ströme, um von dort aus ne
die Arterien nach allen Theilen getrieben zu werden. Damit war der direkte W
des Blutes mit der Luft erwiesen.

...mie war zu jener Zeit noch nicht entwickelt genug, um eine andere als eine rein ...che Anschauung von dem Vorgange der Athmung allgemein aufkommen zu lassen. ...bekommt ein gewisses Lebensprincip aus der Atmosphäre mitgetheilt und leitet es ...desselben allen Körpertheilen zu, die das räthselhafte Agens aus dem Blute an sich ...Das Blut ersetzt den durch diese Abgabe eintretenden Verlust, indem es in den ...on neuem mit der Luft in Beziehung tritt.

... August 1774 beginnt mit der Entdeckung des Sauerstoffes die neue Aera der ...en Naturforschung; von diesem Tage der Entdeckung durch PRIESTLEY datirt ein ...ener Umschwung der Ansichten über die Vorgänge der Natur.

...hr später fand LAVOISIER den Stickstoff und mit ihm die Zusammensetzung der ... Kohlensäure hatte schon über ein Jahrhundert vorher BAPTIST HELMONT auf- ...ebenso den Wasserstoff.

...eorie der Verbrennung ist es, auf welcher LAVOISIER sein neues System der Chemie ...und auf diese Weise aus einer Sammlung von Recepten eine Wissenschaft erschuf. ...4 Jahre vor der Entdeckung des Sauerstoffs hatte PRIESTLEY die Ausscheidung der ...ure durch den Organismus im Athemprocesse gefunden, die Wasserausscheidung ... seit den ältesten Zeiten aufgefallen. Es war natürlich, diese beiden Vorgänge, ...ure und Wasserbildung, die sich in derselben Weise bei der Verbrennung aller ...en Körper fanden, auch bei der Athmung auf eine Oxydation zurückzuführen.

...ER's chemische Theorie, die mit der von LAPLACE und PROUT übereinstimmt, lehrt, ...lut in den Lungenzellen fortwährend eine Flüssigkeit absondere, die vorzüglich aus ... und Wasserstoff besteht. Diese vereinigt sich mit dem Sauerstoff der Luft zu ...ure und Wasser und wird in dieser neuen Stoffanordnung beim Athmen entfernt. ... der Oxydation wird nach dieser Ansicht in die Lungen ausserhalb des Blutes ...Die Thatsache, dass die Lungen im Allgemeinen keineswegs wärmer sind als die ...heile des Körpers, schien schon a priori gegen eine solche Annahme zu sprechen, ...te die genannte hypothetische Flüssigkeit in den Lungen nicht aufgefunden werden. ...RY DAVY liess mit Umgehung dieser Flüssigkeit durch die Wände der Lungenzellen ...n die Kapillargefässe eindringen. Die nun im Blute aufgelöste Luft wirkt wegen ...schaft des Sauerstoffs zu den Blutkörperchen auf diese zersetzend ein, und es wird ...ure frei. Er setzte auch den Wärme- und Kohlensäurebildungsprocess in das Blut der ...d konnte dafür die Untersuchungen F. DAVY's anführen, der das arterielle Blut ...hrenheit wärmer gefunden zu haben glaubte als das venöse.

...se Theorieen schliessen sich die Theorieen von MITSCHERLICH, GMELIN und TIEDEMANN ...ehen von der Existenz der Essigsäure oder Milchsäure im freien oder gebundenen ...n den meisten Sekreten und im Blute aus, von der sie glaubten, dass sie durch ...kung des Sauerstoffs bei der Athmung aus höher zusammengesetzten Stoffen ent- ...Sie hatten ausgemittelt, dass das venöse Blut mehr an Alkali gebundene Kohlen-...halte als das arterielle, und behaupteten nun, dass die bei dem Athmen gebildete ...e Säure das kohlensaure Alkali des venösen Blutes zersetze, worauf die Kohlen-...geathmet würde. Doch gehen sie nicht so weit, die Bildung von Kohlensäure und ...urch direkte Oxydation ganz zu leugnen.

...ugt von dem kritischen Geist MAGENDIE's, dass er sich für keine Athemtheorie fest ...lt. Er lässt es dahin gestellt, ob der Sauerstoff dazu diene, in den Lungen einen ...s Kohlenstoffs des Blutes zu oxydiren, oder ob er in das Blut übergehe und so fort-...rst während des grossen Kreislaufes seine oxydirenden Wirkungen entfalte. Ja es ...hm noch nicht einmal ausgemacht, dass die Wirkung des Sauerstoffs in einer Oxy-...stehe, und dass die Kohlensäureausscheidung diesem Vorgang ihre Entstehung ver-...doch neigte er sich dieser Annahme desswegen zu, weil er nach F. DAVY an die ...emperatur des arteriellen Blutes glaubte. Gegen die Annahme LAVOISIER's, dass die ...sscheidung durch die Lungen zu einem nicht unbeträchtlichen Theil einer Verbren-...n Wasserstoff ihre Entstehung verdanke, spricht er sich verneinend aus, da er

einen genügenden Erklärungsgrund dafür in der Wasserabdunstung aus de[illegible] det, die er durch direkte Versuche erwiesen.

MAGENDIE bildet den Uebergang zu einer im Gegensatz zu den rein chemisch[illegible] sogenannten physikalischen Theorie, als deren Hauptvertreter MAGNUS [illegible] den muss.

Das Augenmerk einer Anzahl bedeutender Forscher in dem Gebiete der P[illegible] schon seit Beginn der neuen Anschauungen über den Process der Athmung da[illegible] gewesen, zu entscheiden, ob das Blut nicht vielleicht die Gase, die es in den Lu[illegible] schon vor seinem Eintritt in letzteres Organ besässe.

VOGEL, BRAND, COLLARD DE MARTIGNY haben nachgewiesen, dass das Ven[illegible] Kohlensäure enthalte, H. DAVY, dass sich aus dem arteriellen Blut Sauerst[illegible] lasse. HOFFMANN, BISCHOFF, BERTUCH bestätigten den Kohlensäuregehalt des Ve[illegible] widersprechende Versuche ihn wieder zweifelhaft gemacht hatten. Doch sind [illegible] lich die Arbeiten von MAGNUS über den Luftgehalt beider Blutarten, welche [illegible] endlichen Entscheidung brachten. Er wies nach, dass aus dem venösen [illegible] Blute Sauerstoff, Kohlensäure und Stickstoff erhalten werden könne, und d[illegible] arten in ihrem Luftgehalt qualitativ nicht differirten. Die entscheidende Beo[illegible] jedoch die, dass nach seinen Experimenten im venösen Blut der Sauerstoff hö[illegible] gefundenen Kohlensäure beträgt, in dem arteriellen Blute hingegen fast ½ [illegible] obachtung baute er seine mechanische Respirationstheorie. Nach d[illegible] Lungen keine Kohlensäure aus als solche, die schon fertig mit dem Venen[illegible] wurde. Der Sauerstoff löst sich in dem Blute auf, ohne sogleich darin eine ch[illegible] zu spielen. Der Respirationsprocess in den Lungen ist danach ein physikal[illegible] tausch nach den Gesetzen der Diffusion. Die Oxydationsvorgänge finden ers[illegible] gefässsysteme des grossen Kreislaufes statt, wo das sauerstoffreiche arteriell[illegible] verbrennlichen Stoffen der Gewebsflüssigkeiten zusammentrifft. Unsere Zeit [illegible] einer Vereinigung der chemischen und mechanischen Respirationstheorieen ge[illegible]

Quantitative Verhältnisse der Kohlensäureabgabe.

Im normalen Respirationsprocesse wird der eingeathmeten Luf[illegible] entzogen, dafür aber Kohlensäure zugeführt. VIERORDT fand, dass die K[illegible] menge in der ausgeathmeten Luft, im Mittel etwas über 4% beträgt. [illegible] säuregehalt derselben schwankt nach ihm bei ruhigem Athmen zwisc[illegible] 5,5 pCt., während die atmosphärische Luft nur etwa 0,0004 V. pCt. [illegible] enthält. In 24 Stunden scheidet ein Erwachsener etwas mehr als [illegible] Kohlensäure aus. Die Menge schwankt nach Alter, Geschlecht und [illegible] zustand. Die Veränderung der Luftzusammensetzung durch die At[illegible] durch folgende Vergleichung anschaulich (VIERORDT), welcher Durchsc[illegible] bei einer Volumverminderung der Luft von 1% zu Grunde liegen:

	Einathmungsluft:	Ausathmungsluft:
Stickgas	79,2	79,2
Sauerstoff.	20,8	15,4
Kohlensäure	—	4,4

Die in den Lungen selbst enthaltene Luft ist mit der ausgeat[illegible] nicht identisch, sie ist in verschiedenen Schichten verschieden zusam[illegible] An den Lungenbläschenwänden ist sie nach den Gesetzen der Diffu[illegible] an Kohlensäure als in den weiter von den Kapillaren, der Quelle [illegible] säure abgelegenen Lungenräumen. Durch Zurückhalten der inspiri[illegible] der Lunge so lange, bis sich der Druck zwischen der Kohlensäure des B[illegible]

n Lungenluft ausgeglichen hat, kann man die Zusammensetzung der Alveo- d damit auch die Kohlensäurespannung im Blute experimentell finden, wenn nn exspirirte Luft der chemischen Analyse unterwirft. LUDWIG und BECHER mlich bedeutende Schwankungen der Luftzusammensetzung unter den nen Versuchsbedingungen. Der procentische Gehalt an Kohlensäure stieg 5 % nach der Aufnahme von Nahrung, nüchtern fanden sich nur 5,9 %. ie Kohlensäureabgabe des Blutes in den Lungenkapillaren steigt und den Schwankungen in dem Kohlensäuredruck (Kohlensäuregehalt) der , so wird in der Zeiteinheit um so mehr Gas abgegeben, je grösser nz in der Kohlensäurespannung zwischen dem Blute und der Lungen- Eine der Ursachen, durch welche die Kohlensäurespannung in der Lun- wankt, ist die geringere oder stärkere Ventilation der Lungen. eigt mit der Zahl und vor allem der Tiefe der Athemzüge. Flache und hemzüge, welche nicht tief, sondern nur oberflächlich ventiliren, ver- ie absolute Menge der abgegebenen Kohlensäure. VIERORDT und in letzter r unter der Leitung von C. VOIT haben die Abhängigkeit der Kohlen- be von diesem physikalischen Momente nachgewiesen. Je mehr Luft Athemzuge eingeathmet wird, je tiefer also die Ventilation der Lunge grösser ist die absolute Menge der austretenden Kohlensäure. Procentisch Kohlensäuregehalt der Athemluft dagegen mit dem grösseren Luftwechsel. dadurch kann eine absolute Steigerung der Kohlensäureabgabe erzielt dass man den an sich schon sehr geringen Kohlensäuredruck der Luft, thmet wird, noch weiter erniedrigt, wie es z. B. der Fall ist, wenn wir onst normalen, aber verdünnten Luft athmen.

gen wird die Kohlensäureabgabe immer geringer, ja selbst ganz unter- d endlich in eine Kohlensäureaufnahme verwandelt, wenn der Kohlen- lt der eingeathmeten Luft steigt und zuletzt den des Blutes übertrifft. n zeigte, dass dann Vergiftungserscheinungen durch Kohlensäure auf- nn ein Thier (Kaninchen) ein Volum Kohlensäure aufgenommen hat, e Hälfte seines Körpervolumens beträgt.

Experimente LUDWIG's mit BECHER und HOLMGREN haben trotz der bisher en Resultate auch auf eine aktive Austreibung der Kohlensäure unge hingewiesen. Der Kohlensäuredruck in der Alveolenluft ist nämlich ch so bedeutend, dass das venöse Blut kaum Kohlensäure an dasselbe konnte, wenn diese Abgabe auf den Gehalt des Blutes an auspumpbarer re beschränkt bliebe. Man müsste annehmen, dass in dem Lungenkapil- ie Kohlensäurespannung momentan gesteigert wird, sodass sie die Span- er Alveolenluft übertrifft, welche letztere dann Kohlensäure nach den der Diffusion aufnehmen kann. Mit SCHÖFFER und SCZELKOW hat LUDWIG hat gezeigt, dass das Blut nach dem Durchtritt durch die Lungen nicht spumpbarer, sondern auch an festgebundener Kohlensäure ärmer ist als e, sodass daraus bewiesen ist, dass auch fester gebundene Kohlensäure nge entweicht. Man hat bei diesem Austreibungsvorgang an die oben Säurebildung im Gewebe der Lunge gedacht. Nach den Untersuchungen nd seiner Schüler scheint es aber festzustehen, dass die Blutkörper- ter Mitwirkung des Sauerstoffs sich an der Kohlensäureaustreibung in ender Weise betheiligen. Sie machen die Kohlensäure aus ihren festeren

Verbindungen frei, sodass die Kohlensäureabgabe des Blutes zum be
Theil abhängig erscheint von der gleichzeitigen Sauerstoffaufnahme. Ob di
bende Wirkung dem Oxyhaemoglobin selbst (PREYER) oder den aus de
desselben oder der Blutkörperchen entstehenden Säuren oder ander
zuzuschreiben ist, steht noch nicht fest. Dass Blut an einen mit Sauers
Raum mehr Kohlensäure abgibt als an das Vacuum, hat LUDWIG mit HOLM

So vereinigen sich die Beobachtungsresultate, welche einers (VIERORDT), dass die Kohlensäureabgabe den einfachen Gesetzen de und Diffusion der Gase gehorcht, andererseits (LUDWIG) eine aktive der Kohlensäure in den Lungenkapillaren fordern. Zwischen dem i veränderten Blute der Lungenkapillaren und der Lungen- resp. Alve ruht der Vorgang der Kohlensäureabgabe nur auf den Gesetzen der I

Je rascher der Blutumlauf ist, je öfter also einem und demselben chen Gelegenheit gegeben ist, Sauerstoff in den Lungen auf und an abzugeben, desto stärker wird auch die organische Verbrennung im C wozu der mit der gesteigerten Blutgeschwindigkeit ebenfalls gesteigert Säftestrom von Zelle zu Zelle, die gesteigerte Aktion der Herz- und kulatur etc. das Ihrige beitragen. Durch die vermehrte Zahl der Athe nen wir die Zahl der Herzkontraktionen und damit auch die Umlaufsg keit des Blutes, wenn die einzelnen Herzkontraktionen an Stärke gle beschleunigen oder im umgekehrten Falle vermindern. Somit wird si lich mit dem Resultate der gesteigerten, ausgiebigeren oder vermin tilation auch das Resultat der gesteigerten oder verringerten Oxydati Dieselbe Steigerung oder Verminderung werden alle Bedingungen a wir von Einfluss auf die Oxydationen im Organismus sehen. Bei M gung, welche auch den Blutkreislauf beschleunigt, sehen wir mehr aus dem Blute austreten als bei Ruhe. Die täglichen Schwankungen i sität der Stoffwechselvorgänge, welche eine Erhöhung derselben um ohne dass Nahrung genommen wurde, zeigen, machen sich auch a mehrung der Kohlensäureabgabe geltend. Auch vom Athmen im erh druck wird dasselbe behauptet. Die Erniedrigung der Lufttemperatu Normale soll ebenfalls die Kohlensäureausscheidung erhöhen, mit d der Lufttemperatur soll sie abnehmen.

Das wichtigste Moment für die quantitativen Verhältnisse der C dung ist die jeweilige Blut- und Körperzusammensetzung. Aus den I gesetzen lassen sich im Grossen die Verhältnisse der Respiration a reicher der Organismus und dadurch das Blut an kohlenstoffhaltig theilen ist, desto grösser ist die in gleichen Zeiten abgeschiedene K menge. Nahrungsaufnahme besonders kohlenstoffreicher Substanzen Kohlensäureabgabe vorübergehend. Massenzunahme der Körperorga Blutes erhöht sie dauernd. Doch steht das Körpergewicht zu der ausg Kohlensäuremenge in keinem direkten Verhältnisse. Veränderte Zus Ernährung des Gesammtkörpers sind es vor allem, welche als letzte Veränderungen der Kohlensäureausscheidung unter sehr mannichfach Verhältnissen bedingen. Lebensalter, Geschlecht, Tages- und Jahres schäftigungsweise, Gewohnheiten, Temperamente etc. sind unverken Mehrzahl der Fälle mit bestimmten Ernährungszuständen des Kör

Wir verstehen dann, warum sich die Kohlensäureabgabe bei ihnen erWeise verschieden verhalten müsse.

ıG hat aus den Beobachtungen von ANDRAL, GAVARRET, SCHARLING, VALENTIN und ıe Reihe zusammengestellt, welche, freilich ohne Berücksichtigung der Nahrung deren Einflüsse, eine Abhängigkeit der stündlichen Kohlensäureausscheidung ter zeigt. Die Tabelle lehrt, dass bei dem Manne mit zunehmender Körperent-ıuch die stündlich ausgegebene Menge von Kohlensäure zunimmt, mit der Ab-Körperkräfte im höheren Alter sinkt auch die betreffende Abgabe wieder. Das-, aber weniger deutlich, ergiebt sich auch aus den Beobachtungen der genannten Frauen. Obwohl sich gegen die Gewinnungsmethoden der Resultate viel ein-·t, scheinen sie doch, um ein Bild über die in der Zeiteinheit ausgegebenen Men-toff zu geben, brauchbar. Sie sind im Allgemeinen eher zu gross als zu klein, da ıcentrirung seiner Aufmerksamkeit auf die Respiration, wie sie mit den betref-suchen selbstverständlich verbunden ist, und ebenso aus anderen Versuchs-ı stets eher mehr als weniger als sonst athmet. In der Tabelle, die sich nur auf Geschlecht bezieht, ist die Kohlensäure auf Kohlenstoff berechnet.

Alter:	ausgeathmeter C: in Gramm pr. 1 hor.	Beobachter:
—14 Jahre	7,2	ANDRAL, GAVARRET
,, ,,	6,4	SCHARLING
—25 ,,	10,7	ANDRAL, GAVARRET
,, ,,	10,8	SCHARLING
—50 ,,	11,0	ANDRAL, GAVARRET
,, ,,	11,4	SCHARLING
,, ,,	10,7	VALENTIN
,, ,,	8,0	VIERORDT
—60 ,,	11,0	ANDRAL, GAVARRET
—70 ,,	10,2	,,
—80 ,,	6,0	,,
—102 ,,	7,3	,,

einen an mir selbst angestellten Beobachtungen ist die stündliche Kohlensäure-nstoffausscheidung bei demselben Individuum sehr schwankend. Im Hunger-urden in einer Stunde von mir ausgeschieden 7,5 Gramm, bei normaler Nahrung, bei möglichst gesteigerter Nahrungsaufnahme 10,52. Ich befand mich zur Zeit uche im 24. Lebensjahr. Sie zeigen, dass die in der Tabelle zusammengestellten le nach den verschiedenen Altern, wenn sie auch wirklich existiren, doch von ıgen je nach der Nahrungsaufnahme vollkommen verdeckt werden können*). pergewicht des Versuchsindividuums war im Durchschnitt 72 Kilogramm.

Nahrungsverhältnisse:	in 24 Stunden ausgeschiedene: CO_2 = C	in 1 Stunde ausgeschiedener: C
ınger	662,9 = 180,8	7,5
,,	663,5 — 180,9	
ckstofflose Nahrung	735,2 = 200,5	8,5
mischte Kost	759,5 = 207,0	8,6
,,	791,1 = 215,7	9,0
Pfd. Fleisch	847,5 = 231,1	9,6
ıglichst grosse Nahrungsmenge	925,6 = 252,4	10,5

aben erklären sich selbst.

ɜmerken ist, dass meine Resultate sich auf die Gesammtathmung (durch Lungen ɔeziehen. Doch ist die Gesammtmenge der durch die Haut abgegebenen Kohlen-ring, als dass sie auf die Resultate einen erkennbaren Einfluss ausüben könnte.

Quantitative Verhältnisse der Sauerstoffaufnahme und weitere
veränderungen bei der Athmung.

Der Organismus eines Erwachsenen bedarf in 24 Stunden etwa
Sauerstoff. Obwohl die Sauerstoffaufnahme in den Lungen ein
chemischer Vorgang ist, so sehen wir doch eine Reihe von anderv
dingungen auf ihn von Einfluss.

Vor allem sehen wir, dass der Procentgehalt der Luft an Sau
unter ein bestimmtes Minimum sinken darf, ohne dass Athemnoth od
eintritt. Nach W. Müller sterben Kaninchen rasch in einer Luft,
3 pCt. Sauerstoff enthält; bei 4,5 pCt. ist die Athmung schwer,
immer noch tiefer als normal; erst bei 14,8 pCt. sind die Bewegun
mung ganz regelmässig. Da bei dem Menschen der Sauerstoffgehalt
athmungsluft zwischen 14 und 18 pCt. schwankt, so genügte diesel
noch weiter zur normalen Erhaltung des Athmens. Durch Athmen
im abgeschlossenen Luftraum wird schliesslich der Sauerstoff desselbe
lich verzehrt.

Dass die Geschwindigkeit des Blutstromes in den Lungen von
die Sauerstoffaufnahme ist, hat schon oben Erwähnung gefunden, mit
ren Zahl der in der Zeiteinheit die Lungenkapillaren passirenden Blu
wächst die Absorptionsfläche für Sauerstoff.

Das Volum des einzelnen Blutkörperchens von mittlerer Gröss
Welcker, indem er aus Gyps nach den Verhältnissen der Blutkörp
gefertigte Schema's benutzte, zu 0,000000 072217 Cb.-Mm. Da 1 C
5 Millionen Blutkörperchen enthält, erreicht deren Gesammtvolum 0,3
für das Plasma bleibt 0,64 Cb.-Mm.

Nach Welcker ist die Oberfläche des schüsselförmigen Körper
kleiner als der eines Cylinders von gleicher Höhe und Breite. Sie erga
Belegung des Modells mit Papier und Wägung des letzteren für ein
chen zu 0,000128 □ Mm. Ein Kubikmillimeter Blut (5 Millionen Blut
hat also beim Menschen eine Blutkörperchenoberfläche von 640 □
Frosch 220 □ Mm.). Das Gesammtblut des Menschen zu 4400 K.
nommen, giebt eine Blutkörperchenoberfläche von 2816 □ Meter,
Quadratfläche von 80 Schritt Seitenlänge.

Werden in jeder Sekunde 176 Kcm. Blut in die Lungen getriebe
sentirt die Oberfläche der darin enthaltenen Blutkörperchen einer Q
von 87 □ Meter = 13 Schritt Seitenlänge.

Zu diesen erstaunlichen Grössen kommt noch die Ausdehnung d
oberfläche. Huschke berechnet die Zahl der Lungenbläschen auf 180
ihre Fläche zu etwa 2000 □ Fuss.

Durch die Einathmung werden die Lungenbläschen ausgedehnt
Krause nur $^1/_{200}$ – $^1/_{100}$''' dicke Wand noch verdünnt, die Widerstän
Gasein- oder Austreten dadurch vermindert. Die gleichzeitige Ver
Widerstände in den durch Dehnung verengerten und verlängerten Ka
im Gegensatze zu den eben Gesagten die Blutkörperchen länger in der S
rührung zurückhalten, also auch reicher mit Sauerstoff sättigen. Wir se
Athemnoth wohl aus diesem Grunde vertiefte Athembewegungen. Dass

ngere Menge von Blutkörperchen von Einfluss auf die Sauerstoffaufnahme s, ist natürlich. Die Blutkörperchen können auch in ihrem Sauerstoff-nsvermögen Schwankungen erleiden. Manche narkotische Stoffe: Mor-rychnin, Alkohol setzen die Absorptionsfähigkeit herab, vielleicht auch der Nahrung aufgenommene Stoffe: Fette, Zucker; Kohlenoxydgas ver-ie Absorptionsmöglichkeit vollkommen (HARLEY, BERNARD, HOPPE).

on Wasserdampf befreite ausgeathmete Luft, obwohl sie Stoffe abgegeben und dafür ingenommen hat, zeigt ihr Volum im Allgemeinen nicht sehr verschieden von dem eathmeten Luft. Es geht daraus hervor, dass die Volumina des aufgenommenen ffes und der abgegebenen Kohlensäure nahezu gleich sein müssen. Da bei der Athmung der grösste Theil des Sauerstoffs zur Oxydation von Kohlenstoff verwendet überrascht diese Beobachtung nicht. Wir müssen aber schon von vornherein vor-n, dass das in 24 Stunden ausgeathmete Luftvolum stets im Ganzen etwas kleiner ss als das eingeathmete, da ja der Sauerstoff auch noch neben der Kohlensäure-zur Oxydation von Wasserstoff, Stickstoff, Schwefel, Phosphor verwendet wird, ydationsprodukt theilweise nicht in der Athmung wieder erscheinen. Das Experi-st wirklich eine solche Verminderung des Volumens ziemlich regelmässig erkennen. sten ist dasselbe bei einer Nahrung mit Kohlehydraten, die für die Oxydation des offs schon genügend Sauerstoff in ihrer Zusammensetzung enthalten: am stärksten Fleischkost und Hunger. Auf 100 aufgenommenen Sauerstoff scheidet der Mensch zwischen 88 und 98 Sauerstoff als Kohlensäure aus. Ueberhaupt geht die Kohlen-scheidung und Sauerstoffaufnahme, wie schon oben erwähnt, nicht immer gleich-r sich, wie man sich leicht aus den vielen verschiedenen Verbindungen, die der ff bis zur Bildung der endlichen Oxydationsprodukte eingeht, erklären kann. Die nalität wird sich immer erst in grösseren Zeiträumen ergeben können. Merkwürdig obachtung, dass winterschlafende Thiere unter Umständen Sauerstoff in sich alten (VALENTIN), und dadurch schwerer werden können; dasselbe Zurückhalten h im Schlafe nach PETTENKOFER und VOIT auch am Menschen.

usgeathmete Luft hat stets ziemlich genau die Temperatur des Körpers, indem Lunge ihre Wärme mit der des Blutes ausgeglichen hat. Nur wenn die Tempe-r eingeathmeten Luft sehr niedrig wird, ist diese Ausgleichung keine vollkommene. IN fand die Wärme der Lungenluft:

bei — 6,3° C. . . . + 29,8° C.
,, + 19,5° C. . . . + 37,25° C.
,, + 41,9° C. . . . + 38,1° C.

n die Lungen meist kälter und trockener eingeathmete Luft wird dort mit Wasser-fast vollkommen gesättigt (VALENTIN). Bei sehr raschen Athemzügen tritt llständige Sättigung ein. Die Menge des ausgeschiedenen Wassers wird geringer, ie Zahl der Athemzüge steigt. Es rührt das sicher daher, dass die häufigeren üge weniger tief waren, so dass hier dasselbe Verhältniss stattfindet, wie bei der äureabgabe, deren Ausscheidung auch wie angegeben durch häufigere, flachere üge procentisch vermindert wird (S. 470). Die Gesammtwassermenge, welche den mus durch die Athmung (Haut- und Lungenathmung) während 24 Stunden verlässt, t zwischen sehr weiten Grenzen. Sie beträgt beim Manne über 1000 und mehr Bei Nacht im Bett ist sie weit bedeutender als am Tage. Bei Arbeit ist sie um das , ja Dreifache grösser als bei Ruhe.

Die Hautathmung und Darmathmung.

Hautathmung, die Perspiration, liefert qualitativ dieselben Pro-d bewirkt die gleichen Luftveränderungen wie die Lungenathmung. Die

mit der Haut in Berührung befindliche Luft wird erwärmt, mit Wasser
Kohlensäure beladen, und es wird ihr dafür Sauerstoff entzogen, und
Volumen nach meist weniger als dafür Kohlensäure ausgegeben wird
Vor allem ist die Haut für den Organismus von grosser Wichtigkeit als
Wärme- und Wasserabgabe. Letztere kann in 24 Stunden eine sehr
Grösse erreichen. Nach SCHARLING schwankt die Kohlensäureabgabe
(und des Darms) für eine Beobachtungsstunde zwischen 0,124 G
0,373 Gramm. Auf 24 Stunden würde die Gesammtmenge der auf d
entleerten Kohlensäure also zwischen 3—9 Gramm schwanken, w
durch die Lungen ausgeschiedene Menge das hundert- bis dreihundert
betragen kann. Nach GERLACH steigert sich die Kohlensäureabgabe
Haut mit der Muskelanstrengung und der steigenden Temperatur der
Luft. Es sind dies die ersten Beobachtungen über physiologische Sch
dieser Abscheidung und darum von besonderer Wichtigkeit. Da ande
Kohlensäure und Wasser nicht in erheblicher Menge ausgeschieden
trifft der Gesammtverlust durch die Haut, der in 24 Stunden bis
800 Gramm steigen kann, vorzüglich auf die Wasserabgabe. Nehm
Harn und Hautausdünstung die unteren Grenzen als Vergleichswerth
die Wasserabgabe durch Lungen, Haut und Nieren je etwa 500 G
auf allen drei Wegen etwa gleich gross. Doch sind die Schwanku
ders bei der Harnausscheidung, aber auch bei der Hautausdünstung
Die Lungenausdünstung bleibt (BERNARD) oft unter der angegebenen Gr

Die Organe der Hautathmung sind zweifelsohne die Schweis
ihrem reichen Kapillarnetze, zu dem die Luft den Zutritt verhältniss
finden kann. Die mit Epidermis bedeckte Haut betheiligt sich gew
wenig, wenn überhaupt, an dem Gasverkehre.

Der Darmathmung hat man bisher weniger Werth beigeleg
mengen, welche durch den Darm gewechselt werden, sind nur sehr
wird im Darm wie in der Lunge Sauerstoff aus der verschluckten L
und sie, beladen mit Kohlensäure, Wasserdampf und Wärme, wieder

Ausser der Darmathmung existirt noch eine zweite Quelle für K
bildung im Darme: die Gährung, Milchsäure- und Buttersäure
Darminhaltes, die vor allem durch den Darmschleim eingeleitet wird.
Kohlensäure findet sich in den Darmgasen nach PLANER auch Wasse
ebenfalls dieser Gährung entstammt.

Die Gasentwickelung im Dünndarme ist am bedeutendsten nach
vegetabilischer, stärke- und zuckerhaltiger Nahrung, namentlich
früchten. Bei dieser Nahrung ist auch die entstehende Menge des
am grössten, der bei Fleischnahrung vollkommen fehlen kann. Nach
gaben schon war etwas Wasserstoff in der Athemluft gefunden word
KOFER und VOIT zeigten, dass das Vorkommen von Wasserstoff in de
Gesammtathmung unter denselben Nahrungsbedingungen eintreten,
ihn PLANER in den Darmgasen gefunden hatte. Der Wasserstoff in d
respirationsluft entstammt also wohl den Gährungsvorgängen im Da
auch noch einen freilich geringen Theil von Kohlensäure produciren.
nach welchem der Zerfall des Zuckers in der Buttersäure- und Mi
rung eintritt, ist folgendes:

$$\text{Zucker}:\ C_6\ H_{12}\ O_6 = 2\ C_3\ H_6\ O_3 = \text{Milchsäure}$$

$$= \begin{cases} C_4\ H_8\ O_2 = \text{Buttersäure} \\ C_2\ \ \ \ \ O_4 = 2\ \text{Kohlensäure} \\ \ \ \ \ \ H_4 \ \ \ = 4\ \text{Wasserstoff} \end{cases}$$

lagen findet sich kein Wasserstoffgas, so lange der Magensaft sauer ist, utralisiren desselben, z. B. mit Magnesia usta, kann die Buttersäure-auch dort eingeleitet, und dadurch Wasserstoff gebildet werden. Das stossen bei Verdauungsschwäche ist dadurch begründet.

die in geringen Spuren in der Gesammtathemluft gefundenen Kohlenstoffgase (Leuchtgas), und Ammoniak stammen wahrscheinlich ns der Hauptmasse nach vom Darme. Das Ammoniak rührt vielleicht Zersetzungen in kranken Zähnen, Speiseresten etc. in der Mundhöhle beträgt nach den Bestimmungen von C. Voit und Lossen in der in 24 durch die Lungen abgegebenen Luft nur 0,0404 Gramm. Das Blut fand . ammoniakfrei.

letztgenannten Gase: Wasserstoff, Kohlenwasserstoffe, Ammoniak ihrem Entstehungsorte und in der normalen Atmosphäre entweder nem oder unter einem verschwindend kleinen Drucke, da sie dort nur nimalsten Spuren oder gar nicht (Wasserstoff) vorkommen. Sie müssen en sie im Darme oder sonst wo entstehen, sogleich in die Gewebsflüssig-fundiren. So gelangen sie in die Athemluft, wohl ohne mit den Oxyda-ngen im Organismus, denen die Athmung vor allem dient, Etwas zu u haben.

Gewebsathmung, innere Athmung.

Wechselverkehr des Blutes mit den Geweben, der in diesen den Stoff-unterhält, ist dem Wechselverkehre des Blutes mit der atmosphärischen gengesetzt.

arterielle, sauerstoffbeladene und verhältnissmässig kohlensäurearme ngt in die Kapillaren und tritt hier mit den Gewebssäften der Organe in austausch, welcher sich sowohl auf die festen im Blute und den Organ-ten gelösten Stoffe als auf die in beiden befindlichen Gase bezieht.

Kohlensäureabgabe der Organe in das Blut ist der Hauptsache Diffusionsvorgang, doch spricht eine Reihe von Thatsachen dafür, dass sich r in zweiter Linie vielleicht aktive Ausscheidungsvorgänge mit einmischen. ich scheinen an der Austreibung der Kohlensäure aus den Geweben die ieweben entstehenden Säuren sich mit betheiligen zu können. Ein Theil ensäure gelangt aus den Geweben in fester gebundenem Zustande in das orm salzartiger Verbindungen, da, wie wir oben sahen, das venöse Blut n diesen Verbindungen ist, als das arterielle. Sowie die Kohlensäure-g im Blute stärker wird als in den Geweben, so nehmen diese umgekehrt ure in sich auf, ebenso verhalten sich nach Valentin auch noch die aus-enen Gewebe gegen gasförmige Kohlensäure.

Sauerstoffaufnahme der Organe ist dagegen ein chemischer Vor-e Gewebe entziehen dem Haemoglobin den lockergebundenen Sauerstoff en ihn fester an ihre Bestandtheile, sodass er aus den Geweben nicht mehr

gasförmig gewonnen werden kann. Er speichert sich in ihnen in Ve auf, die seine Verwendung zur organischen Oxydation dem Gewebe mög

Je nach der Stärke ihrer Thätigkeit ist der Sauerstoffverbrau Kohlensäurebildung (Stoffwechsel) in den Organen sehr wechselnd. steigerten Thätigkeit nimmt die Gewebsathmung sehr bedeutend zu. welches thätige Muskeln durchströmt, enthält nach LUDWIG und Sc mehrere Procente weniger Sauerstoff und dagegen mehr Kohlensäure ruhender Muskeln. Trotzdem sieht man unter Umständen das Bl Venen thätiger Organe noch ziemlich hellroth abfliessen. BERNARD beob an den Speicheldrüsen, Nieren, Pankreas, auch am Muskel kommt es zur Erscheinung, wenn nämlich der Blutzufluss zu dem Organe in no Masse gesteigert ist als der Gasaustausch. Ueber die wahre Grösse der des letzteren können sonach nur Versuche eine Anschauung geben, die absolute Grösse des Gesammtgasaustausches zwischen den ungle mengen bestimmt wird, welche in gleichen Zeiten bei Ruhe und Th Organe durchströmen. Das Nierenvenenblut ist hell karmoisinroth, deren Venen meist blauroth. Dass in allen Organen und Geweben mung stattfindet, beweist schon, dass in allen das arterielle Blut sich umwandelt. Im venösen Blute scheint die organische Oxydation e zu sein oder wenigstens unter Umständen werden zu können als im A. SCHMIDT fand, dass im venösen und vor allem im Erstickungsblute oxydirbare, »reducirende« Stoffe finden, welche zugeführten Saue verzehren.

Früher nahm man allgemein einen sehr lebhaften Stoffwechsel Wärmebildung in den Lungen an. G. LIEBIG zeigte dagegen, dass d linken Herzen meist etwas niedriger temperirt ist als im rechten Unterschied beträgt 0,04—0,1° C. Man pflegte dieses Resultat auf Lungen stattfindende Abkühlung des Blutes zu beziehen. Nach d von COLIN könnte sich auch das Gegentheil besonders bei grösser zeigen. JACOBSON und LEONHARDT fanden auch bei Kaninchen bald rechten, bald aber auch im linken Herzen wärmer. HEIDENHAIN und fanden regelmässig eine höhere Temperatur im Blute und der Ventrik rechten Herzens. Sie finden die Ursache dafür in der Anlagerung Ventrikels an das Zwerchfell und die darunter liegenden wärmeren Abdominalhöhle, während der linke Ventrikel rings an die Lunge Wär Bei der Annahme einer aktiven Wärmeproduktion in der Lunge hätt zunächst an den Vorgang der Austreibung der fester gebundenen zu denken, da Neutralisation von Wärmeproduktion begleitet ist. A ken dabei an die Bindung des Sauerstoffs an das Haemoglobin.

Ich habe an Fröschen eine Reihe von Versuchen angestellt, um der inneren Athmung in den verschiedenen Körpergew Organen zu bestimmen. Die Resultate behalten mit den nöthigen kungen auch für Säugethiere ihre Geltung. Es ergab sich, dass sich und Organe durchaus nicht in dem Verhältnisse ihres relat wichts an der Kohlensäureproduktion des Organismus betheiligen, d spricht die innere Athmung ziemlich genau dem relativen Blutg Organe. Der gesammte Bewegungsapparat männlicher Frösche: Mu

chen, Haut beträgt im Mittel 89 % des Gesammtkörpergewichts. Für dations- und Drüsenapparat bleiben sonach nur 11 % des Körpergewichts. enapparat betheiligte sich trotzdem bei Fröschen im Maximum mit 47 %, mit 40 % an der Kohlensäureproduktion, bei dem Bewegungsapparate, berwiegende Hauptmasse die Muskeln ausmachen, sah ich entsprechend iligung an der Kohlensäureproduktion bis auf 53 % sinken. Ganz analog ertheilung des Blutes bei Fröschen im Bewegungs- und Drüsenapparate; ilt sich dasselbe, abgesehen von der im Cirkulationsapparat befindlichen n den beiden Hauptorgansystemen auch etwa zu gleichen Theilen.

diesen Versuchen wurde die Kohlensäureproduktion kräftiger Froschmännchen zu- ür eine bestimmte Zeit gemessen, dann je ein Bein ohne Blutung amputirt, was diese meist ohne bemerkbare Reaktion ertragen, und nun die Kohlensäurepreduktion wie- dieselbe Zeit gemessen. Der Verlust an Kohlensäure war durch den Verlust des en, gewogenen Theils des Bewegungsapparates veranlasst. Nach dem Versuch wurde er geschlachtet, seine Organe gewogen, und von der Betheiligung des abgeschnitte- ckes des Bewegungsapparats an der Kohlensäureproduktion, auf die Betheiligung ammtbewegungsapparates gerechnet. Der Rest der beobachteten Kohlensäurepro- fiel auf den Drüsen- und Cirkulationsapparat.

luss des Luftdruckes auf die Athmung und das Allgemeinbefinden.

Verminderter Luftdruck.

Luft ist durch den Grad ihrer Kompression, die sie entweder durch den verschie- uftdruck bei verschiedenen Ortshöhen erfährt, oder die auf künstlichem Wege durch penvorrichtungen vermehrt oder vermindert werden kann, nicht ohne Einfluss auf efinden.

menschliche Körper ist so gut wie jeder andere dem Drucke der Atmosphäre aus- Der Totaldruck, welcher von allen Seiten her gleichmässig vertheilt auf den Körper chwankt zwischen etwa 30—40 tausend Pfund.

ewöhnlichen Barometerschwankungen reichen kaum aus, bemerkbare Wirkungen bringen. Vierordt beobachtete bei einer Schwankung des Barometerstandes von 338‴ bei letzterem Stande eine geringfügige Vermehrung der Athemzüge und Pulse, 9 zu 72,2, und von 11,6 zu 12,2 in der Minute. Bei stärkerer Verminderung des ckes auf einer bedeutenderen Höhe, die wir erstiegen haben, bemerken wir ein ümliches Gefühl besonderen Wohlbehagens, welches durch eine ausgiebigere Lun- tiation hervorgerufen scheint. Dabei bemerkt man, dass die eingetretenen Er- gserscheinungen weit rascher verschwinden als in der Ebene, was vielleicht von intretenden Steigerung der Blutbewegungsgeschwindigkeit herrühren könnte. Der Blutstrom kann die ermüdenden Muskelzersetzungsprodukte aus den Muskeln auswaschen und entfernen. Gegen Alkoholgenuss soll eine Immunität eintreten. eint, dass sich diese vielleicht aus der durch den verminderten Luftdruck be- igten Abdunstung des Alkohols aus dem Blute in den Lungen erklären lasse, ver- eren der Alkoholgehalt des Blutes nicht zu erheblichen Höhen steigen kann. In den Höhen der Andes soll der Alkohol fast ganz seine Wirkung versagen. — Man hat tet, dass in stark verdünnter Luft die vitale Kapacität der Lungen sinkt, die Re- nsfrequenz dagegen steigt. Der Puls wird beschleunigt, alle Gefässe erweitert. Die tion und Schweissbildung nimmt zu, die Athemzüge werden tiefer, der Puls häufiger, nmenge sinkt. Der Umfang der Glieder nimmt zu. Die Muskeln ermüden nun im tz zu dem oben Gesagten leichter, bei denen der unteren Gliedmassen hat das seinen vielleicht mit darin, dass der Luftdruck weniger als sonst dazu beiträgt, den Schen-

kelkopf in der Pfanne zu halten (?), eine Arbeit, die dann zum Theil des
zufallen würde. Sehr gewöhnlich sind Ohrenschmerzen und Schwerhörigkeit, d
melfell, bis das Gleichgewicht im Luftdruck zwischen Paukenhöhle und aussen
gestellt ist, mehr oder weniger nach aussen gewölbt und gespannt wird.
wegungen befördern die Luftleitung in der Eustachischen Röhre und beseitigen
Ohrenschmerzen.

Sehr interessant sind die von R. von Schlagintweit in den asiatischen Hochge
achteten Beschwerden auf sehr bedeutenden Höhen, die in ähnlicher Weise
Andes von Südamerika und bei Luftschifffahrten beobachtet wurden.

Diese Beschwerden werden in Hochasien als Bitsch, Bisch Ki Hawa, Kharab B
böse Luft« bezeichnet. In den Andes werden sie Sorocho, Puna, Veta, Mareo
genannt.

Jede Muskelbewegung in diesen hohen Regionen verursacht die grösste Anst
Abspannung, doch setzt Gewöhnung die Erscheinungen sehr herab. Dagege
Menschenrace von diesen Beschwerden ausgenommen; in den Anden leidet
mehr als der Schwächliche. Die Bewohner dieser Gegend sollen sich durch ein
Weite des Thorax auszeichnen.

Schlagintweit beobachtete dabei an sich selbst folgende Beschwerden: K
Nachts gesteigert, Schwierigkeit zu athmen bis zur Erstickungsangst, Appetitl
spannung, Niedergeschlagenheit, Stumpfsinn; ferner grosse Neigung zu Bl
Lunge und Nase, die aber spontan nicht aufzutreten scheinen. Wind vergrö
schwerden ungemein. In den Andes sind die Beschwerden viel grösser als i
treten schon bei geringerer Höhe auf. Während sie in Asien erst bei 16500 ein
beginnen, stellen sie sich in den Andes schon bei 11500′ ein. Auch Maulthiere
man sucht sie durch Aderlass (Oeffnen eines Zungengefässes) zu erleichtern.

In noch bedeutenderen Höhen über 18000′ tritt grosse Uebelkeit, spontan
aus dem Zahnfleisch und Blutaustritt in die Bindehaut des Auges auf; gegen jed
der grösste Widerwillen, bei Niedersitzen Erleichterung.

Als Glaischer bei einer Luftfahrt eine Höhe von 32000′ erreicht hatte, s
sinnungslos nieder, nur sofortiges Senken durch seinen Begleiter konnte ihn ret

F. Hoppe hat gezeigt, dass ein solches plötzliches Zusammensinken auch
unter der Glocke einer Luftpumpe bei rascher Luftverdünnung stattfindet.
dieses durch Gasentwicklung aus dem Blute unter dem geringen Druck. Die Ga
stopfen dann die Lungenkapillaren und Herzkapillaren in analoger Weise,
Lufteintritt in die Venen in der Nähe des Brustraumes erfolgt.

F o r t g e s e t z t e s t a r k e A r b e i t a u f h o h e n B e r g e n wird nicht gut er
hoben Goldberge in der Rauris arbeiten die Bergleute mitten unter den Gletsch
Höhe von 7500 Fuss über dem Meere. Als Regel gilt, dass bei einem Lebens
40 und einer Dienstzeit von 20 Jahren die Rauriser Knappen, zu denen nur
gesunde kräftige Männer genommen werden, nicht mehr fähig sind, den Be
zuhalten, Athmungsbeschwerden, Krafterlahmung, namentlich in den Füssen, m
den Dienst unmöglich. Es wird das daraus erklärlich (Liebig), dass mit der A
Luftdrucks zu der täglichen Arbeitsleistung durch die Glieder eine dauernd
Arbeit für die Athemmuskeln für die Athmung und des Herzens für den Blutk
zukommt, welche den Körper früher aufreibt, obwohl diese Bergleute bede
und zwar vor allem Albuminate (Fleisch und Bohnen) zu sich nehmen als and
jener Gegenden, die in geringerer Höhe beschäftigt sind.

Gesteigerter Luftdruck.

In den Taucherglocken, bei Brückenbauten nach der pneumatischen Methode
lichen Apparaten zum Aufenthalt des Menschen in verdichteter Luft, wie solche
auf dem Johannisberg im Rheingau, in Rosenheim etc. aufgestellt sind, hat m

ster Zeit Gelegenheit genommen, die Wirkung des gesteigerten Luftdrucks zu en.

...ron hat Beobachtungen veröffentlicht, welche er beim Legen des Fundamentes der ...ndonderry-Brücke gewonnen. Diese Brücke ruht auf 6 eisernen Hohlcylindern, ...s zu 40 Fuss unter das Flussbett gesenkt sind. Zunächst wurden die später mit ... Cement zu füllenden Hohlcylinder eingesenkt und das Wasser aus ihnen durch ...ruckwerk herausgepresst. In dem so hergestellten wasserfreien Raume mussten ...ter unter sehr erheblich gesteigertem Luftdrucke arbeiten bei 27—43 Pfund Luft... den Quadratzoll.

...rbeiter verspürten zuerst einen Schmerz in den Ohren, der bald vorüber ging; ...fschmerz, abnorme Schärfe des Gehörs, Schmerzen in den Gliedern, zuweilen ...en und ein Gefühl von Schwere und Unbehagen. Diese Beschwerden waren am ... wenn der Uebergang aus einem Luftdruck in den andern zu schnell stattfand. Am ...sivsten traten sie auf, wenn die Arbeiter aus dem Cylinder an die atmosphärische ...en. Hier entstanden in einzelnen Fällen plötzliche, tödtlich verlaufende Lähmung ...ptur von Gehirnkapillaren?). Die Erscheinungen besserten sich unter dem hohen ...der, sodass sich Einzelne nur in den Cylindern wohl befanden. Manche behaup... es sich besonders leicht darin arbeite.

...nus suchte bei einem Brückenbau in Königsberg den Grund für die in comprimirter ...tenden Ohrenschmerzen zu ermitteln. Der Sitz der Schmerzen ist im Trommelfell. ...urch den verstärkten Luftdruck nach innen gewölbt und gespannt, wobei es sich ... röthet. Um eine Ausgleichung des Luftdruckes auf beiden Seiten des Trommel...zustellen, dienen Schlingbewegungen, durch welche die Tuba Eustachii geöffnet ...athmungsversuche bei verschlossenem Mund und zugehaltener Nase (VALSALVA'...rsuch) pressen ebenfalls Luft in die Trommelhöhle ein und beseitigen dadurch den ...merz.

...obachtete schärfere Gehör rührt von der schon lange bekannten Thatsache her, ...primirte Luft besser den Schall leitet, sodass wir in ihr gleichstarke Töne besser ... in gewöhnlichem Luftdrucke. Das Sprechen ist dabei erschwert, bei 2,5 At...druck kann man nicht mehr pfeifen.

...rsuche von R. VON VIVENOT und LANGER mit dem Apparate auf dem Johannisberg an...gaben bei einer Luftverdichtung um $^3/_7$ Atmosphäre eine Zunahme der Lungengrösse, ...durch Percussion ebenso wie am Spirometer nachweisen liess. Die vitale Kapacität ...en zeigte sich gegen gewöhnlich um 3,3—3,4 pCt. gesteigert. Die absoluten Luft..., welche durch diese Vergrösserung der Lunge aufgenommen werden können, än... natürlich in noch stärkerem Verhältniss etwa wie 5 : 3 : 2.

...h längeren Aufenthalt in der verdichteten Luft soll die vitale Kapacität der Lunge ... erhöht werden. Die Zunahme soll bis zu 24 pCt. steigen können.

...espirationsfrequenz sinkt von 16—4 in der Minute in der comprimirten Luft, und ...ll auch diese Wirkung für längere Zeit andauern. Die Kohlensäureausathmung soll ...zunehmen, was sich vielleicht auf eine lebhaftere Oxydation und Sauerstoffaufnahme ...(?). Bei den Arbeitern bei den pneumatischen Brückenbauten fand sich wenigstens ... vermehrter Appetit, Zunahme der Harnsekretion und Abmagerung. Bei genügender ... soll letztere fehlen und dafür eine allgemeine Kräftigung des Muskelsystems und ...zens eintreten.

...eigt sich stets eine vorübergehende Abnahme der Pulsfrequenz, wahrscheinlich durch ...änderung der Widerstände in der arteriellen Blutbahn durch Kompression der Ge... Folge des vermehrten Druckes. Anfänglich steigt dabei auch die Temperatur, kann ...der Folge ohne Verminderung des Luftdruckes sogar unter die Norm sinken. Die ...lichen Venen schwellen ab, die Haut wird blass.

Ventilation.

Nach der Diät giebt es wohl kein Postulat der Gesundheitspflege, gegen Publikum so fortgesetzt gesündigt wird als gegen das der richtigen, ausrei erneuerung in den Wohnungen.

Die engen Wohnräume, möglichst hermetisch verschlossen gegen das Ei frischen gesunden Luft, werden namentlich im Winter Brutstätten der mannigfaltigsten Krankheiten, indem der fortgesetzte Aufenthalt in schlecht die Widerstandsfähigkeit des Individuums gegen jede Art von krankmachen herabsetzt.

Es wird uns aber die Hartnäckigkeit, mit welcher sich das Publikum Lufterneuerung widersetzt, weniger unverständlich, wenn wir sehen, manch Arzt in unseren Tagen, der sich ein richtiges Verständniss der Fra schaffen können, noch so vollkommen falsche Anschauungen über dieselbe h sollen wir von der älteren Praxis sagen, welche eine frische Luft von dem »Zuge« nicht zu unterscheiden vermochte? Die Furcht des Publikums vor L ärztlicher Seite seiner Zeit beigebracht worden. Es dauert lange, bis in das P ärztliche Ansichten eindringen; einmal aber festgesetzt, sind sie kaum du der Welt wieder auszutreiben. Man folgt mit halber Aufmerksamkeit den wiss Auseinandersetzungen des Arztes, verspricht Abhülfe des Uebelstandes, zuckt Rücken die Achseln über den modernen Neuerer und lässt es bei der altherg reinlichkeit.

Was hilft da in manchen Fällen weiter als das Fenster geradezu einzuschla

Luft, frische, reine Luft ist in erster Linie Lebens- und Gesundheitsbedürf

Sie kann durch keine Räucherung oder Desinfektion ersetzt werden.

Wenn es in einem Kranken- oder Wohnzimmer übel riecht, so pflegt ma Räuchermitteln zu greifen. Diese haben nur die Wirkung, unsere Geruchsorg von der Natur als Hauptwächter unserer Gesundheit verliehen sind, durch Reizung soweit abzustumpfen, dass sie die Warnung vor den gasförmigen Fe Lebens nicht mehr vernehmen.

Der Arzt muss ein erklärter Gegner aller Räucherungen sein. Nicht weil den niemals dadurch schädliche Stoffe vernichtet werden könnten, sondern vor weil wir nach ihrer Anwendung in unserem Geruchsorgane für längere Zeit k baren Massstab für die Reinheit der uns umgebenden Luft mehr besitzen. W Wohn- oder Krankenzimmer nach Weihrauch, Chlor oder Essigdämpfen riecht von vorneherein den Verdacht hegen, dass hier nicht die gehörige Aufmerksam beischaffung frischer Luft verwendet wird, sonst würde es dieser Mittel nicht b

Eine missverstandene Gesundheitspflege legt einen grossen Werth auf d Luftraumes, in welchem der Mensch sich aufhält und wohnt. Man mag an festhalten, dass für den Einzelnen die Grösse des Luftraumes, in dem er leb 800 Kubikfuss betragen müsse, und für Kranke etwa 1000 Kubikfuss Luftr Aber man darf nicht vergessen, dass ein noch so grosser Luftraum bei ungen tilation bald durch den Aufenthalt, den Athem und die Perspiration des Mens wird, und dass dagegen ein ungemein beschränkter Wohnraum an sich, bei Luftzufuhr doch die Gesundheit nicht zu beeinträchtigen braucht.

Besonders bei der Kasernirung des Militärs pflegt man grosses Gewicht der Wohnung, welche der Einzelne zu beanspruchen hat, zu legen.

Am freigebigsten waren die Einrichtungen in dieser Beziehung in dem ehem reiche Hannover. Noch in neuester Zeit wurde dort der Luftraum für den auf 800 Kubikfuss erhöht.

In Oesterreich wird in den Kasernen auf den Mann $2\frac{1}{4}$ Kubikklafter ge

aum für den Soldaten in den preussischen Kasernen ist einschliesslich des ur Aufstellung der Betten, der übrigen Utensilien und des Ofens auf einen Flächen- 42—45 Quadratfuss, mithin bei einer Zimmerhöhe von 10—11 Fuss auf 420— kfuss normirt. In den Militärspitälern steigt der Raum für den einzelnen Kranken 720 Kubikfuss.

nglische Regulativ von 1859 verlangt für den Mann in gemässigten Klimaten ftraum von 600 Kubikfuss.

en kommen in Frankreich auf jedes Bett in den Kasernen nur 42, im Recon- ensaale 54, im Krankensaal 60 Kubikfuss.

unabhängig bei genügender Luftzufuhr die Gesundheit von der Wohnungsgrösse der von Pettenkofer erwähnte Transport von 500 Sträflingen auf dem französischen dour nach Cayenne. Der untere Schiffsraum und das Zwischendeck, wo die Ge- während der langen Reise verweilen sollten, hatte nur so viel Raum, dass für ein um 1,7 Kub.-Meter blieb. Es war ein Ventilator (nach van Hecke'schem Systeme, n Mann getrieben) in Thätigkeit, der in der Stunde mehr als 6000 Kubikmeter Luft mit einem Windschlauche versehen bei mässigem Winde sogar mehr als 9000 Ku- . Während der Reise genossen die 500 Sträflinge eine vollkommene Gesundheit, n dem Arzte nicht ein einziger Krankenzettel geschrieben werden musste. Sa-

arf der Ventilation natürlich nicht mehr zumuthen als sie zu leisten vermag. i sonstiger, vollkommener Reinlichkeit dürfen wir von einer Lufterneuerung den ten Erfolg, einen Raum mit gesunder Luft zu versorgen, verlangen. Ein Raum, hen von der Ausdünstung der Bewohner, auch sonst noch Quellen mephitischer die fortwährend fliessen, enthält, z. B. einen ungereinigten Nachtstuhl, ein be- s Bett etc., wird durch keine Ventilation zu einem nicht Ekel erregenden Wohn- rden können. Ist aber diese Bedingung der Reinlichkeit erfüllt, so wird die Nase ender Lufterneuerung auch in einem Krankenzimmer keine Belästigung erfahren. entilationsfrage ist für Deutschland durch die Untersuchungen v. Pettenkofer's in Stadium getreten. Wir schliessen uns seiner Darstellung an.

nutzte als Maass der Reinheit der Luft die Kohlensäuremenge, welche in einem en Luftvolum sich vorhanden zeigt, und lehrte uns eine einfache Bestimmungs- dieses vornehmlichen Athmungsproduktes, welche in der Hand jedes sorgfältigen sicheres Resultat zu geben verspricht.

arf aber nicht glauben, dass die Kohlensäure es sei, welche auf unser Befinden den nachtheiligen Einfluss der schlechten, verdorbenen Luft ausübt. Sie ist in der tmosphäre nur in sehr minimalen Mengen vorhanden; ihre Quantität schwankt 0,4—0,6 pro Mille dem Volum nach. Im Mittel darf man als Normalgehalt etwa Mille annehmen. Aber auch in Wohnräumen, welche eine sehr verunreinigte Luft r Gefühl darbieten, steigt sie nicht über einige Tausendstel im Volum.

nem behaglichen Wohnzimmer fand Pettenkofer den Kohlensäuregehalt zu 0,54— Mille, während er ihn in übelriechenden, schlecht ventilirten Krankenzimmern zu Mille, in überfüllten Hörsälen zu 3,2, in Kneipen zu 4,9, in Schulzimmern zu 7,2 bestimmte.

r an sich immerhin selbst in dem schlechtesten Falle (Schulzimmer!) noch absolut u nennende Kohlensäuregehalt der Luft ist an sich nicht im Stande, die Gesundheit rächtigen. Wir empfinden, wenn auf chemischem Wege reine Kohlensäure in der- uantität entwickelt und der uns umgebenden Luft beigemischt wird, keinerlei Be- . Wir spüren dagegen eine solche sogleich dann, wenn die eingeschlossene Luft des Aufenthalts von Menschen einen nur minimal gesteigerten Kohlensäuregehalt ffenbar ist es also nicht die Kohlensäure selbst, welche uns eine Luft unbehaglich Durch die Respiration und Perspiration des Menschen werden der Luft ausser ure auch noch Wasserdampf und eine Anzahl anderer flüchtiger Stoffe beigemischt.

von denen wir bisher nur einige genauer kennen: Wasserstoff, Kohlenwassen wasserstoff, Ammoniak, Weingeist nach alkoholischen Getränken etc. Die genannten Gase kann in einem geschlossenen Luftraume so weit steigen, das Abscheidung aus dem Organismus, in dem sie nur unter einem minimalen sehr verlangsamt oder vielleicht ganz gehemmt werden kann. Es ist sicher, sehr geringe Menge dieser scheinbar so giftigen Stoffe im Organismus zurück Störungen der normalen Funktionen hervorrufen kann.

Da es nicht gelingen würde, diese minimalen Stoffmengen mit der für gleiche erforderlichen Schärfe zu bestimmen, so kann uns nach PETTENKOFER Kohlensäure, durch Athmung der Luft beigemischt, ein Maass abgeben für gung, welche die Luft eines Wohnraumes durch den Aufenthalt von Mensch Wir legen also bei diesen Bestimmungen nicht sowohl Gewicht auf den Ko selbst, er documentirt uns nur in bewohnten Räumen den Grad der Luftverd

Um die Grösse des Luftbedürfnisses richtig bemessen zu können zuerst fragen, wie bedeutend die Luftverderbniss durch ein Individuum in e Zeit sich herausstellt.

PETTENKOFER nimmt als Durchschnitt an, dass ein mittlerer Mensch in de Luft ausathmet welche 4% an Kohlensäure enthalten, in einer Stunde als mit 12 Liter Kohlensäure.

Wir fühlen uns nur in einer solchen Luft behaglich, welche in Folge der Perspiration von Menschen nicht mehr als höchstens 1 pro Mille Kohlensäure

Um dieses Postulat zu erfüllen, muss an Stelle der durch die Athmung Luft eine sehr bedeutende Menge frischer Luft eingeführt werden, da durch der Luftraum, in dem der Mensch geathmet hat, wahrhaft ausgewaschen we neueinströmende Luft mischt sich der alten, verdorbenen Luft zu; sie ver einfach, sondern verdünnt sie nur immer mehr und mehr. Es ergiebt sich gleiche Verhältniss wie bei einem mit einer gefärbten Flüssigkeit gefüllten B dem beständig eine bestimmte Flüssigkeitsmenge abfliesst, während eine Menge ungefärbten Wassers zuströmt. Das letztere mischt sich mit dem noch gefärbten, und verdünnt die Farbe allmählich immer mehr und mehr. Jed es, was für eine bedeutende Wassermenge dazu gehört, um aus Zeugen intensiver Färbung auszuwaschen.

Ebenso muss die Quantität der durch die Ventilation einem Raume zuge Luft, die Luft, welche in der gleichen Zeit in diesem Raume ausgeathmet w in dem Verhältnisse übertreffen, in welchem der Kohlensäuregehalt der aus grösser ist, als die Differenz zwischen dem Kohlensäuregehalt der freien Luft in welcher der Mensch erfahrungsgemäss auf längere Zeit sich behaglich und Nun ist aber der Kohlensäuregehalt der ausgeathmeten Luft 4% oder 40 pro lere Kohlensäuregehalt der freien Luft circa 0,5 pro Mille, und der Kohlens guten Zimmerluft nach den oben angegebenen Untersuchungen durchschnitt 0.7 pro Mille. Hieraus ergiebt sich:

$$\frac{40}{0{,}2} = 200.$$

Man muss also, wenn ein Mensch oder eine Anzahl Menschen in einem Raume athmen, in diesen Raum wenigstens das 200fache Volum der ausge scher Luft in jedem Zeitmomente zuführen, wenn die Luft im Raume stets Da ein Mensch in der Stunde etwa 300 Liter Luft ausathmet, so müssen d welchem er sich aufhält, in dieser Zeit 90000 Liter = 60 Kubikmeter frische werden. Das Verlangen scheint enorm gross.

Und doch haben direkte Messungsversuche ergeben, dass ein geringere Luft nicht hinreicht, die Luft in einem Krankenzimmer geruchlos zu mache

Man ist in Frankreich auf ganz anderem Wege als PETTENKOFER zu dem n

I. In einigen Spitälern in Paris werden mechanische Ventilationsapparate ver-lche durch Röhren in die Krankensäle Luft eintreiben, deren Menge mit Anemo-r genau bestimmt werden kann. Bei einer stündlichen Ventilation von 10 Kubik-Kubikfuss) zeigte sich, dass die Luft in den Sälen einen sehr üblen Geruch hatte. auf das Doppelte, aber das Resultat war nicht viel besser. Erst bei 60 Kubikmeter den Kranken in jeder Stunde zeigte sich dem Geruch und Wohlbefinden nach die Krankenzimmern rein.

bikmeter Luft in der Stunde für jeden Kranken müssen unab-h von jeder ausreichenden Ventilation als Minimalleistung ge-werden.

eint, dass für Wohnräume, welche eine ausgiebige Ventilation bedürfen, also für Spitäler, eine genügende Luftzufuhr mit aller Sicherheit nur durch direktes en von frischer Luft erreicht werden könne.

ETTENKOFER ist dazu bis jetzt der von VAN HECKE konstruirte Ventilator am zweck-und am wenigsten kostspielig.

ller Luftkanal aus Zinkröhren verzweigt sich vom Keller aus und mündet in allen en und Zimmern. In die Hauptzuführungsröhre ist der Ventilator eingesetzt, der —1 Pferdekraft in Bewegung erhalten wird.

ntilator besteht aus zwei Schaufeln (ähnlich wie die bewegende Schraube an dampfschiffen), welche auf zwei Stielen senkrecht auf einer rotirenden Axe sitzen em Winkel von 50—60 Graden geneigt sind. Eine Eigenthümlichkeit dieses Ven-, dass die Neigung der Paletten nicht konstant ist, sondern mit der Geschwindig-otation sich ändert. Um zu sehen, ob die nöthige Quantität Luft zuströme, dient des Druckes, welchen der Luftstrom in der Hauptröhre auf eine bestimmte Fläche Dieser Druck wird auf einen Hebel übertragen und von diesem mittelst einer f einen Quadranten, dessen Zeiger dadurch bewegt wird. Dieser Quadrant (Indi-nn sich im Gange eines jeden Stockwerkes befinden, sodass der Arzt oder der ator des Spitals jeden Augenblick sehen kann, ob der Stand des Zeigers der fest-Luftstromstärke entspricht oder nicht. Die Bewegung des Ventilators muss stets rade gesteigert werden, als es die Zeigerstellung erfordert.

n VAN HECKE'schen Ventilationseinrichtungen ist dafür gesorgt, die Luftkanäle auch izung benützen zu können. Da durch letztere auch schon eine Lufterneuerung e hat die mechanische Ventilation dann nur als Unterstützung zu wirken, um das rderte Luftquantum herbei zu schaffen.

rekte Eintreiben von Luft bei der Ventilation hat stets den bedeutendsten Vorzug Absaugen. Richtete man den beschriebenen Ventilator anstatt im Keller auf den n die Hauptabzugsröhre zum Luftansaugen (wie es die ursprüngliche Einrichtung erschwand, wenn man die Luft eines Saales zum Zwecke des Versuches mit stark n Substanzen verunreinigte, der Geruch bei Verwendung gleicher mechanischer n Eintreiben in 3/4 Stunden, beim Aussaugen durch den Kamin erst in 5/4 Stunden. rt dieses auf den ersten Blick unverständliche Verhältniss daher, dass die dem zuströmende Luft nicht alle aus den vorgeschriebenen Kanälen stammt, sondern liher, auch aus nächster Nähe des Ventilators angesaugt wird.

üssen auch hier mit gegebenen Grössen und Verhältnissen rechnen.

r Verwaltung ständiger Krankenhäuser, Kasernen, Strafanstalten, gefüllten Er-äusern, Auswandererschiffen etc. überall, wo die in grösserer Menge Tag und ammenlebenden Menschen sich bei ungenügender Lufterneuerung den Athemluft-erschlechtern können, dass eine Gefahr für die Erhaltung ihrer Gesundheit daraus muss der Arzt auf die Einrichtung künstlicher Ventilation wieder und wieder o lange sich eine falsch angewendete Sparsamkeit gegen die natürlich kostspielige g und Erhaltung stemmt.

an es aber einmal mit überfüllten Wohnräumen, Kriegsspitälern etc. zu thun, ohne

dass sogleich durch künstliche Ventilation Abhülfe geschafft werden kann, nicht die Hände in den Schoss legen. Er muss es verstehen, die ihm geb Ventilationsmittel ausgiebig zu benützen. Dazu ist aber eine genaue Ken die Wirkungsgrösse dieser ihm zu Gebote stehenden Hülfsmittel.

Pettenkofer hat uns gelehrt, dass die trockenen gemauerten Wände u für Luft leicht durchgängig sind, und dass ein Kalk- oder Gypsbewurf die ebensowenig hindert als ein Oelanstrich. Bei Ziegelsteinwänden namentlic Unzahl von Poren, durch welche die äussere Luft mit der Zimmerluft in steht. Unsere Wohnungen sind ebenso porös wie unsere Kleider, mit gleiche Funktion theilen. Durch beide beabsichtigen wir unseren Körpe schwankungen des Klimas zum Trotz mit einer möglichst gleichmässig umgeben.

Um die Porosität der Wände anschaulich zu machen, kann man nach gewöhnlichen Ziegelstein benützen. Man überzieht von den sechs den Zieg den Flächen vier mit einer der Luft undringlichen Masse gemischt aus ge und Harz in der Art, dass zwei gegenüberliegende Flächen frei bleiben. Nu oder Platten von der Grösse der beiden gegenüberstehenden, vom Wachs bliebenen Flächen auf diese. Die Bleche haben in der Mitte ein etwa 1/4 in welches je eine Röhre von ein paar Zoll Länge luftdicht eingepasst, am ist. Sind die Bleche oder Platten auf die freien Flächen des Ziegelsteins auf sie an ihren Rändern mit der nämlichen klebenden Masse, womit man de hat, luftdicht mit den vier überzogenen Flächen verbunden. Der ganze gleichsam eine Röhre dar, welche von einer Ziegelsteinmasse von bestir und Dicke unterbrochen wird. Bläst man nun zu einem Rohr hinein, Mündung des gegenüberliegenden Rohres unter Wasser hält, so wird die auf der freien Fläche durch den Ziegelstein blasen kann, in der gegenübe wieder gesammelt, unter Wasser mit Geräusch und in Blasenform austret nirgends entweichen kann.

Derselbe Versuch gelingt in analoger Weise mit einer kleinen Wand Mörtel und Gips gemauert und angestrichen, die man ähnlich mit Platten, dichtem Verschluss der freien (schmalen) Seiten versehen hat. Die Luf Einblasen auf der einen Seite kann so stark werden, dass dadurch an der trittsrohrs ein Licht ausgeblasen werden kann.

Jeder Windstoss auf die Aussenseite einer Wand bringt eine Luftbeweg ren Wand hervor, wie sich an den Pettenkofer'schen Wandschema lei lässt. Krankhaft gesteigerte Hautempfindlichkeit kann den leichten Luftzug spüren, besonders wenn die einströmende Luft eine von der Zimmerluft v peratur besitzt. Häufig behaupten schwitzende Kranke (Wöchnerinnen), d Wand steht, die gegen das Freie sieht, dass sie den Zug von der Wand he einen Schirm zwischen Bett und Wand kann man diesen Klagen abhelfen.

Die Durchgängigkeit von Bruchsteinen wird grosse Verschiedenheiten zeig Mörtel lässt aber die Luft mit Leichtigkeit passiren, sodass also auch Wände, die und Mörtel zusammengesetzt sind, eine nicht unbeträchtliche Permeabilität

Versuche über den durch die Wand stattfindenden Luftwechsel lehren, unbedeutend sein kann. Pettenkofer bestimmte in einem kleinen Zimmer, Wand direkt in's Freie sieht, in 4 Versuchen die freiwillige Ventilation in ru

I = 95 Kubikmeter in der Stunde
II = 74 ,, ,,
III = 22 ,, ,,
IV = 54 ,, ,,

Dabei machte es keinen irgend auffallenden Unterschied, ob alle Ritze Fenster etc. auf das Sorgfältigste verklebt waren. Es ergiebt sich daraus, da

enöffnungen der Wand, mit denen die innere Luft des Zimmers mit der freien unizirt, zusammen viel mehr Luft eintreten lassen als die Spaltenräume, die lick auffallen.

Grösse des Luftwechsels durch die Wand ist selbstverständlich vor allem der d in den Temperaturen der kommunicirenden Lufträume von Wichtigkeit. Je Differenz sich stellt, desto mehr Luft wird ein- und ausströmen. Dieser Satz h die PETTENKOFER'schen Versuche vollkommen anschaulich gemacht. Der oben Versuch I wurde am 7. März, der II. am 9. desselben Monats, der III. am 20. er IV. am 11. December angestellt. Bei dem Versuche rug die durchschnittliche Temperaturdifferenz im Zimmer und im Freien: und die in 1 Stunde eintretende Luftmenge 95 Kubikmeter

„ 74 „

„ 22 „

„ 54 „

ter kann also für einige Ventilation schon dadurch gesorgt werden, dass man hst konstant höhere Temperatur im Zimmer als im Freien erhält. Sinkt die Tem- dem Wohnraume mehr und mehr, so nimmt auch die Lufterneuerung durch die eine Luft, die vorhin noch ziemlich gut war, kann jetzt, da sie nicht mehr ge- euert wird, übelriechend und ungesund werden. Daher rührt es, dass eine kalte mer so schädlich ist, während kalte Luft im Freien an sich keine nachtheiligen t. Die in den meist überfüllten schlecht geheizten Wohnungen im Winter frieren- leben also dabei auch noch in schlechter, verdorbener Luft. Die Unterstützung im Winter mit Brennmaterial ist also eine sanitätspolizeiliche Maassregel von eutung und Tragweite.

PETTENKOFER angeführten Ventilationsgrössen durch die Zimmerwände sind ändlich auf andere Zimmer nicht direkt übertragbar. Das von ihm untersuchte einen Rauminhalt von etwa 3000 Kubikfuss. Die eine gegen das Freie stehende rch welche natürlich vor allem die Lufterneuerung erfolgte, hatte sammt den circa 225 Quadratfuss Fläche. Bei grösseren Wänden, bei anderen Verhältnissen ionswand zum Zimmerraum werden sich die Verhältnisse bedeutend modificiren. llgemeines ergeben die Zahlen aber doch, dass wir daraus entnehmen können, ürliche Wandventilation nicht ausreicht, um die Luftverderbniss hintanzuhalten, als ein Individuum ein derartig grosses Zimmer bewohnt. Die freiwillige Venti- sich sehr veränderlich, aber jedenfalls hält sie sich stets in nur kleinen Grenzen. daraus weiter, dass wenn wir ganz von künstlicher Ventilation absehen, der ge- ftraum für den Einzelnen von im Maximum 1000 Kubikfuss auf das Dreifache er- n müsste, um wirklich auszureichen, und diese Grösse würde nur für den Gesun- g haben, während bei dem Kranken mit gesteigerter Ausdunstung, riechenden c. das Luftbedürfniss sich noch sehr steigern wird.

fahrungen in den letzten Kriegen haben gelehrt, dass man unter Umständen mit ichen Ventilation vollkommen ausreichen kann, wenn man die Krankenzimmer m mit Kranken belegt. Der Evakuation der Kriegsspitäler haben wir es vor allem , dass die sonst so gefürchteten Feinde des Lebens der Verwundeten: Pyämie, , Hospitalbrand etc. weniger bemerkbar wurden.

osität der Wände hört sogleich auf, sowie die letzteren feucht werden. Neuerrich- e und Häuser zeigen noch keine genügende natürliche Ventilation wegen der noch Wände. Sie kann durch die Fenster und Thürritzen nicht ersetzt werden, wie wir erkannt haben. Daraus erklärt sich die Gefahr neuer oder sonst feuchter Woh- r die Gesundheit. Am allerschädlichsten wirkt dieser Faktor natürlich in Kranken- nd Spitälern, wo das Luftbedürfniss ein sehr viel grösseres ist.

ürliche Ventilation durch die Wände kann in etwas durch Ofenheizung im gesteigert werden.

Man hat früher die Wirkung der Heizung im Zimmer, der offenen Kamine ... Ventilation bedeutend überschätzt. Nach direkten Messungen PETTENKOFER's erhöht ... haftes Feuer im Ofen den Luftwechsel durch die natürliche Ventilation nur um ... meter in der Stunde, im günstigsten Falle um 90 Kubikmeter. Es liefert also die ... zung nur eine etwa für einen einzigen Menschen genügende Luftmenge. Wir ... doch, dass immerhin die offene Heizung im Zimmer zur Ventilation desselben ... deutend beitragen kann.

In Zeiten, in denen das Oeffnen der Fenster gestattet ist, haben wir hierin ... unbedeutende und oft ausreichende Ventilationsunterstützung. Es ist klar, dass ... gleichen Verhältnissen in derselben Zeit mehr Luft durch grössere als durch ... nungen in unsere Zimmer strömen wird. Natürlich steigt und fällt auch hier die ... Menge der einströmenden Luft mit der Zu- und Abnahme der Temperaturdifferenz ... wissen längst, dass wir je nach der Temperatur und dem Winde im Freien, ... eines Zimmers verschieden lang offen zu halten haben, um vollkommen zu lüften ... ter zeigt sich eine halbe Stunde so wirksam wie im Sommer ein halber Tag. Auch ... der zu öffnenden Fenster wird dadurch von Wichtigkeit und Bedeutung. Bei ... suche PETTENKOFER's stieg nach dem Oeffnen eines Fensterflügels von $9^1/_2$ Quadrat... die stündliche natürliche Ventilation von 7 Kubikmeter in der Stunde auf das ... 14 Kubikmeter.

Das Oeffnen der Fenster ist also für Erhaltung einer reinen Luft sehr wichtig ... spitälern, in denen der Krankenstand (besonders bei vielen eiternden Flächen) ... vermindert werden konnte, hat sich das Ausheben der Fenster und nur gelegentlicher ... schluss derselben mit Fensterläden sehr zweckmässig erwiesen. Bekannt sind ... in Kissingen, in denen die schwer Verwundeten halb im Freien sich am besten ... Das Pavillon- und Zeltsystem, aus dem amerikanischen Bürgerkriege stammend ... gleiche sanitätische Bedeutung.

Es ist für die Erhaltung des Lebens weit besser, dass ein Verwundeter mit ... rung (— ebenso eine Entbundene —) auf offener Strasse liegt als in einem über... genügend ventilirten Raume.

Wenn wir manche neugebaute Kranken- oder Gebärhäuser betrachten, ... wir, wie wenig man bei Anlage solcher Anstalten noch immer den Anforderungen ... schaft Rechnung trägt. Selbstverständlich ist ein grosser viereckiger Hausstock ... teste Form für ein solches Haus. Krankenhäuser sollen stets luftige, besonders ... Gebäude sein, welche der natürlichen Ventilation möglichst viel in's Freie ... darbieten, mit grossen Fenstern, denen ein Gegenzug durch gegenüberstehende ... Thüren gemacht werden kann; die Fronte nach Süden gerichtet; möglichst ... flügel. Dasselbe Erforderniss gilt für Kasernen, Seminare, Strafanstalten etc.

Es ist einleuchtend, dass, wenn wir einmal eine schlechte Luft für schädlich ... wir sie dann von Rechtswegen nirgendwo dulden dürfen. Der schädliche Einfluss ... aber mindern, wenn der Aufenthalt in weniger guter Luft nur für kürzere Zeit ... In Kirchen und Hörsälen werden wir eine geringere Ventilation weniger beanstanden ... ist es in Schulzimmern, in denen sich Kinder, auf deren zarteren Organismus ... lichkeiten noch stärker einwirken, den grössten Theil des Tages zusammengepfercht ... ten. Hier muss eine verständige Gesundheitspflege stets für möglichst reine Luft ... zwar durch künstliche Ventilation, da die natürliche höchstens vielleicht ... bei beständig geöffneten Fenstern ausreichen würde, die Luft, in die so viele Per... Ausdünstungen ergiessen, rein zu erhalten.

Dasselbe sollte für Schenkstuben und Wirthshäuser verlangt werden. —

Die Reinheit und Gesundheit der Luft in Wohnräumen wird nicht allein durch ... dünstung des Menschen selbst beeinträchtigt. Ein gesundes Geruchsorgan belehrt ... vor allem auch die Unrathstellen in und bei unseren Wohnungen, besonders die Abtritt... Gruben etc., die Luft verunreinigen. Und wir dürfen nicht vergessen, dass ...

e Verunreinigungen wahrnehmbar sind. Wir kennen eine Anzahl von giftigen Gasen, blenoxydgas, die durch Nichts dem Geruchsinn ihre Gegenwart verrathen. Es ist wahrscheinlich, dass wir bei näherem Eindringen in die Kenntniss der gasförmigen welche von Fäulnissherden der Luft beigemischt werden, die Reihe dieser bekannten rs gefährdrohenden, weil unmerklichen Gifte noch bedeutend vermehren müssen. neueren Untersuchungen lassen kaum mehr einen Zweifel, dass das Typhus- und agift, wenn wir uns einer etwas uneigentlichen Bezeichnung bedienen dürfen, in aus faulenden Exkrementen gelangen. C. Thiersch hat zuerst nachgewiesen, dass leradejektionen einen specifischen Stoff entwickeln, welcher auch bei Thieren cholera-rscheinungen hervorrufen kann. Vielleicht sind diese Gifte nur in so geringen Spuder Luft vorhanden, dass sie sich eines Nachweises für immer entziehen können. em können sie eingeathmet ihre Schädlichkeit entfalten. Denn wir wissen, dass die nge, welche ein Mensch täglich in seine Lungen aufnimmt, eine so bedeutende ist, e Quantitäten der Luft, die wir zu einer Analyse verwenden können, dagegen sehr erscheinen, sodass auch Stoffe, welche procentig in minimalen Quantitäten in der Luft men, doch absolut in nicht ganz kleinen Dosen zur Wirkung gelangen können. Rechnet den Athemzug im Durchschnitt zu $^1/_2$ Liter und rechnen wir zwölf Athemzüge im n der Minute, so ergeben sich für 24 Stunden 17280 Athemzüge, die mehr als 8000 ler 320 Kubikfuss Luft in die Lungen einführen.

onders in Städten ist der Boden, auf welchem die Häuser stehen, durch das Einsickern schlichen Abfälle in hohem Maasse mit organischen, faulenden Substanzen imprägnirt. sdünstungen des Bodens mischen sich beständig der Luft unserer Wohnungen r athmen und wohnen dadurch in unreiner Luft, die im hohem Maasse schädliche kungen ausüben kann. Viel häufiger ist diese Ausdünstung des Bodens nach Pettenkofer nd der Erkrankungen als das Brunnenwasser, in welchen wir in einigen Fällen ger der krankmachenden Ursache erkannt haben. Zu dem älteren, bei der Besprees Wassers als Nahrungsmittel schon aus London erwähnten Falle, bei welchem es nstatiren liess, dass der Cholerakeim (in Choleraexkrementen) mit dem Trinkwasser eppt wurde, kamen im letzten Jahre neue Beweise hinzu.

ch dem Berichte des Registrar-General lässt sich ein sehr auffallender Zusammenhang igkeit der letzten Epidemie, je nach der Qualität des Wassers, mit dem die einzelnen re Londons versorgt werden, erkennen. Die von den beiden Thames Water Comversorgten Distrikte zeigten eine Sterblichkeit von 11,3 und 13,2 auf 10000 der Beng; drei durch andere Gesellschaften versorgte Distrikte hatten 20,3, 12,6 und 19,3. zen, deren Wasserleitung aus dem oberen Theile des Flüsschens Lea gespeist wurde, 17,1 auf 10000, dagegen zeigte der von der East London Compagny aus dem tiefe-Theile des Flüsschens Lea und dem Old Ford Reservoir versorgte Distrikt die verhältssig enorme Mortalität von 94,3 auf 10000.

enn wir also auch in dem Trinkwasser ein nicht wegzuleugnendes Moment für Erng anerkennen müssen, so sehen wir die aus dem Boden stammende Unreinheit der n weit grösserem Maassstabe für die Gesundheit in Frage kommen. Der Cholerakeim ckelt sich aus den Choleradejektionen nur im Erdboden; auch bei der Uebertragung olera durch das Wasser scheint der Keim zunächst in den Boden gelangen zu müssen, r Wirkung zu kommen (Pettenkofer).

scheint kaum möglich, aber auch unnöthig, die Vergiftung, die der Boden seit dem Beder Städte und Wohnräume erfahren hat, durch Desinfection des Bodens wieder zu ben. Es unterliegt keinem Zweifel, dass wenn kein neuer Nachschub von organischen en in den Boden gelangt, die darin enthaltenen, krankheiterzeugenden Stoffe nach einer en oder kürzeren Zeit durch die eindringende Luft zerstört sein werden. Es kommt also em darauf an, der Fortsetzung der Verunreinigungen des Bodens zu steuern. Es dürfen wasser der Häuser und Fabriken, die mit organischen Stoffen arbeiten, besonders ie Exkremente der Thiere und Menschen nicht mehr in den Boden gelangen, wohin

man sie früher systematisch eindringen liess. An einer anderen Stelle wurde wasserdichte Anlage aller **Abzugskanäle**, die sich besonders durch Cementirung lässt, als Nothwendigkeit gefordert. Es ist aber einleuchtend, dass sich auch die dieser Abzugskanäle in Flüsse, worauf sie stets berechnet sind, auch wenn sie, her kaum irgendwo vollkommen vermieden ist, keine Flüssigkeiten aus sich sinken lassen, nicht ganz gefahrlos sein kann. Auch aus den Flüssen könn chende Dünste aufsteigen, und in Städten wie London und Paris, in denen das gereinigt das einzige Trinkwasser ist, kommt noch die Gefahr der Krankheitsve durch das Trinkwasser hinzu.

Es scheint am besten, überall womöglich das ursprünglich chinesische Abtrittfässer (fosses mobiles) einzuführen, welche die Verunreinigung verhindern und die Benützung der fraglichen Stoffe für die Landwirthschaft der sie die grössten Dienste leisten können.

Für die richtige Ventilation der Wohnhäuser ist die Anlage der Abtritte Wichtigkeit.

Durch die Abtritte stehen die Häuser gewöhnlich mit den Abtrittgruben, men voll fauliger Substanzen, in direkter Luftverbindung. Dasselbe ist der Fall durch Ausgüsse, welche direkt in ein unterirdisches Kanalsystem münden, Abfälle der Stadttheile weggeschwemmt werden sollen.

Im Winter, wenn die Wohnungen geheizt und dadurch wärmer sind als d des Hauses, findet durch diese grossen Oeffnungen ein gewaltiger Luftstrom Orten der Verwesung und des Ekels seinen Weg in die Häuser. Der wider besonders auf Treppen und Vorplätzen in der Nähe der Abtritte — oft si neben der Küche!! — giebt uns von dieser Art der ekelhaftesten Lufterneueru Jede Lichtflamme in die Nähe der fraglichen Oeffnungen gehalten, zeigt uns d wegung die Richtung des Luftstromes an, der bei grösseren Temperaturdiffere zum hörbar rauschenden Zugwind steigern kann.

Hier bedarf es einer möglichst vollkommenen Abhülfe. Man kann durch schluss der Oeffnungen (Waterclosets) das Eindringen der Luft in die Wohnu dern. Wo keine sonstige Abhülfe nöthig ist, ist dieses das sicherste Mittel, die Gossenluft aus den Wohnräumen abzuhalten. Mit verhältnissmässig wenig man aus einem täglich gefüllten Wasserreservoir, im Abtritte selbst stehen lassen kann, ist dieser Verschluss zu erreichen. Hier helfen keine Aufstellung und geruchbindenden Stoffen wie Chlorkalk und Salzsäure. Sie haben kaum wie Räucherungen in Wohnzimmern, die auch in keiner Weise die Ventila können.

In manchen Fällen ist es vielleicht nicht zu schwer, durch eine künstlich der Abtritträume die Abtrittluft abzuleiten. Man hätte vor allem daran zu denk tritt mit dem Kamin, der wenigstens während der Winterzeit stets die warm Hauses enthält, durch eine weite Oeffnung oder Rohr zu verbinden, der Luft sich dann dorthin ziehen müssen.

Pettenkofer stellte die Aufgabe, den Abtritt im Hause als einen eigenen konstruiren, welcher in einem möglichst luftdicht schliessenden Hauptrohre das Haus durchsetzt. In diese Hauptröhre münden in allen Stockwerken die deren Oeffnungen möglichst gut mit einer Klappe verschliessbar sind. In der der Mündung im Dache müsste eine Flamme die Luft konstant soweit erwärmen Röhre ein aufsteigender Luftstrom in die freie Atmosphäre entsteht. Durch d tung könnte eine fortwährende Lufterneuerung in dem Abtrittrohre erzielt we auch dem ganzen Hause zu Gute kommen würde.

Die **Verunreinigung der Gesammtatmosphäre**, welche in einem Strome über unsere Städte, über die ganze Oberfläche der Erde dahinfliess

Luft, die wir ihr zuleiten, kann nicht in Frage kommen. Die Verdünnung wird fast absolute.

enge der Luft im Freien, sagt Pettenkofer, und ihre Geschwindigkeit ist hingross, um ihr ohne Nachtheil für unsere Gesundheit die Ausdünstung aller Abtritter Stadt übergeben zu können, welche sofort ebenso verdünnt werden, wie die seren Mengen Kohlensäure, welche die grosse, mit Steinkohlenfeuer betriebene ustrie von Manchester beständig in die Luft haucht, welche über die Stadt zieht, s in ihren Strassen und Plätzen selbst nach den empfindlichsten Methoden eine ung des Kohlensäuregehaltes der Luft nachzuweisen ist.

wir die Verunreinigung der Luft in die Gesammtatmosphäre gestatten, dagegen er Wohnungen so sorgfältig vermieden haben wollen, so erinnern wir uns dabei ss auch im bestventilirten Hause die Luftbewegung noch um das Hunderttau- geringer ist als im Freien. In der Luft des Hauses können sich die gefahren, gasförmigen Stoffe in merklicher Quantität anhäufen, während das in der egten Gesammtatmosphäre nicht möglich ist.

nkofer berechnet, dass ein Mensch, welcher im Zimmer das Normalquantum Luft, ubikmeter in der Stunde erhält, im Freien, bei einer mittleren Luftgeschwindigkeit uss in der Sekunde, 202500 Kubikmeter erhalten würde.

indstille ist die Bewegung der Luft immer noch 2 Fuss in der Sekunde, bei stärkrme (Hurican) geben ältere Beobachtungen die Windgeschwindigkeit auf 146,7

ettenkofer's Methode der Kohlensäurebestimmung in der Luft.

ben der Wichtigkeit des Gegenstandes entsprechend noch die Methode kennen welche Pettenkofer zur Bestimmung der Kohlensäure in der Zimmer- damit indirekt zur Bestimmung der Ventilation erfand.

wir zuerst auf die letztere Aufgabe näher ein.

ss ein Weg gefunden werden, die Abnahme der Kohlensäure in ein kubisches die zufliessende frische Luft zu verwandeln. Es ist offenbar, dass wir in der en Grösse des Kohlensäuregehalts der Zimmerluft und im Kohlensäuregehalt der die Elemente der Rechnung suchen müssen. Seidel konstruirte eine mathe- ormel, nach welcher sich die zwischen dem Zeitraume zweier Kohlensäure- gen zufliessende Menge frischer Luft berechnen lässt. Der Rechnung liegt die fel richtige Annahme zu Grunde, dass die frische Luft sich beständig mit der ft mische, und dass desshalb auch beständig eine Mischung von alter und neuer Raum verlasse.

m das Volum der Zimmerluft, p deren anfänglicher Kohlensäuregehalt pro mille, der Kohlensäuregehalt des Volums m nach einer bestimmten Zeit, ferner q der uregehalt der frischen Luft ist, so findet man das Volum frischer Luft y, welches en einfliessen müsste, um den Kohlensäuregehalt des Volums m von p auf a zu er- , in folgender Formel ausgedrückt:

$$y = 2{,}30258 \;.\;.\; m \;.\; \text{Log}\,\frac{p-a}{a-q}$$

edeutet den tabulären Logarithmus, welcher als Differenz zweier Logarithmen wird:

$$\text{Log}\,\frac{p-a}{a-q} = \text{Log}\,(p-a) - \text{Log}\,(a-q)$$

gender Tabelle findet sich eine solche Beobachtung von Pettenkofer zusammen- Es ist angegeben, wie viel auf 1000 Kubikfuss Zimmerluft zwischen 2 Beobachtun- e Luft sich beigemischt hat. Der Kohlensäuregehalt der frischen Luft kann stets mille angenommen werden.

Beobachtungszeit. Stunden.	Beobachtungszeit. Minuten.	CO_2 Gehalt der Zimmerluft in 1000 Vol.	Berechneter Luftwechsel auf 1000 K.-F. Zimmerluft in Kubikfussen.	Temperatur im Zimmer.	Temperatur im Freien.	Luftwechsel auf 1000 K.-F. per Stunde Zimmerluft in Kubikfussen.
12	30	6,00	—	30	6	—
1	—	3,07	761	25	,,	1522
1	30	2,04	512,1	24	,,	1024,2

Um die Ventilation eines Raumes mittelst der Abnahme des Kohlensäu stimmen, verfährt man also so, dass man Kohlensäure in dem betreff besten durch Aufgiessen einer Säure auf trockenes kohlensaures Natron) i entwickelt und die Luft mit einem grossen Fächer mischt. Nun bestimmt probe die Kohlensäure nach der Pettenkofer'schen Methode. Diese Be uns das p der Formel. Nach etwa $^1/_2$ Stunde nimmt man eine neue Luftpr auch in dieser den Kohlensäuregehalt $= a$.

Aus der sich ergebenden Abnahme an Kohlensäure kann man nun, we im Zimmer $= m$ bekannt ist (aus der Multiplikation der Länge des Zimm der Breite und Höhe desselben), nach der Formel von Seidel die Gröss eingeströmten Luft messen; q wird immer $= 0{,}5$ angenommen.

Die Zumischung von Kohlensäure zu der Zimmerluft durch das Athn probe zur Analyse Nehmenden kann vernachlässigt werden, besonders liche Kohlensäuremenge $= p$ (aus doppelt kohlensaurem Natron entwickelt)

Die eigentliche Methode der Kohlensäurebestimmung nach ruht, wie alle sonstigen, darauf, dass Alkalien die Kohlensäure begierig a man ein abgeschlossenes Volumen Luft in einer Flasche, z. B. mit Kalk besser mit Barytwasser längere Zeit schüttelt, so entsteht von dem sich l sauren Baryte oder Kalke eine weisse Trübung der eingegossenen Flüssig wird vollkommen kohlensäurefrei.

Hat man in einem dem eingegossenen Volum gleichen Volum des wassers vorher durch eine Säure, am besten Oxalsäure, den Alkaligehalt man prüfte, wie viel Oxalsäure zugesetzt werden musste, bis die Flüssi Kurkumapapier nicht mehr bräunte, also neutral reagirte, so wird nach Luft das nun theilweise mit Kohlensäure gesättigte gleiche Volum der sons keit weniger Oxalsäure zur Neutralisirung bedürfen.

Die Neutralisirung geschieht nach der Methode der Titrirung.

Man bereitet sich dazu zuerst eine normale Säurelösung, deren Gehal genau kennt, dass man ihn für jeden Theil eines Kubikcentimeters angebe

Man wiegt zu diesem Zwecke von reiner, krystallisirter, einige Stund glocke gedeckt über koncentrirter Schwefelsäure gestandener Oxalsäure, schaft hat, trocken an der Luft weder Wasser anzuziehen noch abzugel Gewichten auf einer feinen chemischen Waage

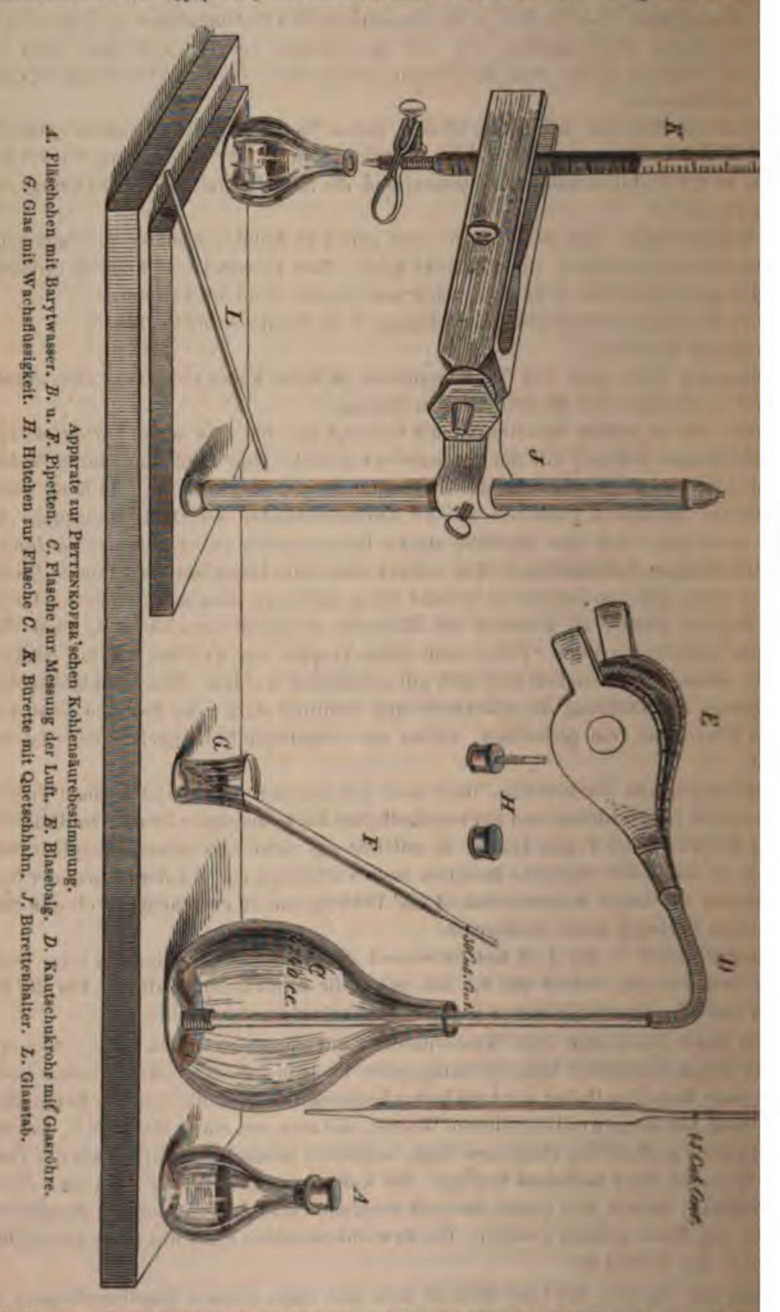
2,8636 Grammen

ab und bringt sie in 1 Liter destillirtes Wasser von 12—16° C. Nach erfol Lösung ist die Säure zum Gebrauch fertig. Es entspricht nun genau 1 Ku Säure ein Milligramm Kohlensäure, und wenn man weiss, wie viele Kubik Oxalsäurelösung man zum Neutralisiren eines Barytwassers gebraucht, s wie viele Milligramme Kohlensäure man dazu nöthig gehabt hätte.

Zur Bereitung der Barytlösung wird Aetzbaryt in einer Flasche mit d übergossen und lang und stark geschüttelt. Nach einigem Stehen hat er Absitzen des ungelösten Barytes. Ist die Lösung wirklich mit Baryt gesä

sie zum Gebrauch etwa auf das Dreifache. Man hat zweckmässig zwei verschieden Barytlösungen, die eine starke, von welcher 30 Kcm. etwa 90 Milligramm Kohlen- zur Neutralisirung bedürfen, und eine schwache, von welcher 30 Kcm. nur 30 Milligramm säure entsprechen. Die letztere ist für die vorliegenden Bestimmungen am passendsten.
r Ausführung der Bestimmung, wie viel Normalsäure zur Neutralisirung einer be- ten Menge unserer Kalk- oder Barytlösung erforderlich ist, bedarf man nun noch an schen Instrumenten
ein Mohr'sche Burette mit Quetschhahn, deren Theilung circa 50 Kubikcentimeter t, und an der jeder Kubikcentimeter in 5 Theile getheilt ist, sodass man von 0,2 Ku- timeter zu 0,2 Kubikcentimeter fortschreitend die Säure in die alkalische Lösung aus- n lassen kann.
Zwei Saugpipetten, von welchen die eine genau 30 Kubikcentimeter aus einer Flüs- herauszusaugen erlaubt, die andere 45 Kcm. Man verwendet 45 Kcm. Barytlösung sorption und titrirt davon 30 Kcm. nach und rechnet dann auf 45 Kcm.
mehrere Medicingläschen von circa 3 Unzen = 90 Kubikcentimeter Inhalt.
einen langen Glasstab.
Bestimmung hebt man mit der Saugpipette 30 Kcm. Kalkwasser oder Barytwasser d lässt sie in eines der Medicingläschen fliessen.
Burette, die in einem Burettenständer befestigt ist, hat man schon vorher bis zum n Theilstriche (0 Kcm.) mit der Normalsäure gefüllt. Nun lässt man durch Oeffnen etschhahnes von der Säure in das Kalk- oder Barytwasser fliessen. (30 Kcm. gesät- alkwasser erfordern zwischen 34—39 Kubikcentimeter der Oxalsäurelösung; bei sser ist es gut, sich eine ähnliche starke Lösung durch zweckmässiges Verdünnen ttigten Lösung herzustellen.) Man nähert sich sehr vorsichtig dem Punkte (indem seiner Nähe nur von Zehntel zu Zehntel Säure zufliessen lässt und immer wieder auf lben Papiere prüft), an welchem die alkalische Reaktion verschwindet, ohne dass e saure aufgetreten wäre. Bevor man einen Tropfen zur Prüfung auf die Reaktion immt, muss die Flüssigkeit natürlich gut geschüttelt werden. Man verschliesst dazu m Daumen die Oeffnung des Gläschens und schüttelt stark; der Daumen wird dann d des Gläschens rein gestrichen, sodass die anhaftende Flüssigkeit in das Gläschen fliesst.
Reaktionsprüfung geschieht so, dass man mit einem reinen Glasstab einen Tropfen r Flüssigkeit herausnimmt und auf empfindliches Kurkumapapier bringt. Im Umkreise pfens färbt sich das Papier braun, es entsteht ein mehr oder weniger deutlich roth- r Ring, so lange die alkalische Reaktion noch vorhanden ist. An der Grenze der Neu- rung bedarf es einiger Aufmerksamkeit und Uebung, um zu entscheiden, ob nun eben bräunliche Färbung mehr sichtbar ist.
die Kohlensäure in der Luft mit Sicherheit zu bestimmen, genügen 6 Liter selbst ft aus dem Freien, welche nur 0,5 Vol. pro mille Kohlensäure enthält. Für die Be- ung in stark bewohnten Räumen genügen als Versuchsmenge 3 Liter Luft.
n wählt dazu Glaskolben oder Wasserflaschen mit einem so weiten Halse, dass eine he, 45 Kubikcentimeter fassende Saugpipette bequem hineingehalten werden kann. erstehende Rand des Halses wird am besten horizontal abgeschliffen und der Rauminhalt sche durch Ausmessen mit destillirtem Wasser, das man aus einem Messgefäss, welches bikcentimeter getheilt ist, einfliessen lässt, möglichst genau bestimmt. Auch die Tem- r des Wassers muss bestimmt werden. Die Kalibrirung der Flasche kann auch durch g geschehen, indem man zuerst die ganz trockene Flasche leer, dann mit destillirtem r bis an den Rand gefüllt, abwiegt. Die Gewichtszunahme giebt mit Berücksichtigung mperatur das Volum an.
r Füllung der Flasche mit Luft bedient man sich eines kleinen Handblasebalges, an Ausblaserohr man ein Kautschukrohr angesteckt hat, das bis auf den Grund der e reicht. Ein kleiner Blasebalg fördert durch einen Stoss etwa $\frac{1}{2}$ Liter Luft; um die

Flasche mit der zu untersuchenden Luft anzufüllen, muss man bei 6 Liter F
60 mal einblasen, bei 3 Liter Inhalt also 30 mal. Wenn dieses geschehen
man mit einer Saugpipette, die man ziemlich tief in die Flasche hält, 45 Ku



Apparate zur PETTENKOFER'schen Kohlensäurebestimmung.

A. Fläschchen mit Barytwasser. *B.* u. *F.* Pipetten. *C.* Flasche zur Messung der Luft. *E.* Blasebalg. *D.* Kautschukrohr mit Glasröhre. *G.* Glas mit Wachsflüssigkeit. *H.* Hütchen zur Flasche *C.* *K.* Bürette mit Quetschhahn. *J.* Bürettenhalter. *L.* Glasstab.

Kalk- oder Barytwasser in die Flasche und verschliesst luftdicht, am einfach
eng anschliessenden Kautschukkappe. Man liest nun Thermometer- und Barom

in der Flasche eingeschlossene Luftvolum (welches selbstverständlich nach dem sen von 45 Kcm. Barytwasser um dieses Volum kleiner ist als die Zahl der Kubikter, die auf der Flasche stehen) auf 0⁰ und 760 Millimeter Barometerstand reduciren eu. Nun bringt man die Flasche in eine fast horizontale Lage und schwenkt sie so, s Barytwasser den grössten Theil der Wandungen des Glases benetzt. Diese Bewiederholt man zeitweise. Bei schlecht ventilirten Räumen genügt $^1/_2$ Stunde, für s dem Freien 2 Stunden, um alle Kohlensäure zu absorbiren.

ie Absorption der Kohlensäure beendigt, was man durch fleissiges Schwenken der beschleunigen kann, so wird durch Titriren mit der nämlichen Säure, mit welcher n Alkaligehalt der 30 Kubikcentimeter der frischen Lösung ermittelt hat, auch die ität von 30 Kcm. des zur Absorption der Kohlensäure verwendeten Barytwassers nt. Zu diesem Behufe giesst man dasselbe aus der Flasche in ein enges Becherglas. jenige, was an den Wänden der Flasche hängen bleibt, nicht sammeln zu müssen, man zur Absorption 45 Kcm. an, und misst von diesen 30 Kcm. ab, die man genau gleiche Weise in einem Medicinfläschchen neutralisirt, wie dieses oben beschrieben Wir werden dazu aber um einige Kubikcentimeter weniger Normalsäure vern als für die frische alkalische Lösung, da in dieser ja nun einiger Kalk oder Baryt ohlensäure neutralisirt ist. Jeder Kcm Säure, den wir nach der Absorption weniger Neutralisation zusetzen müssen, entspricht 1 Milligramm Baryt, an den Kohlensäure unden hat. Aus der Bestimmung an den 30 Kcm. rechnet man auf die 45 zur Ab verwendeten, indem man einfach die Hälfte der in 30 Kcm. gefundenen Kohlenoch zuaddirt.

Apparate zur Bestimmung der Respirations-Ausscheidung.

ie Athemluft zu bestimmen, athmete man nach dem Vorgang von Vierordt in eine wasser gefüllte, graduirte Glocke. Sie hatte an der Spitze einen Hahn, um einen r in sie eingeblasenen Gase, welche an der Eintheilung der Glocke dem Volum nach n waren, in ein Eudiometer zur Analyse treten zu lassen.

emselben Zwecke kann das Hutchinson'sche Spirometer verwendet werden.

s arbeitete mit einem von C. Voit zusammengestellten Apparate.

estand 1) aus den Müller'schen Wasserventilen, welche die inspirirte und exspirirte einander isolirten; 2) aus einer geaichten doppelhalsigen Flasche, in welcher die r zu untersuchenden Luft aufgefangen wurde; und 3) aus der die gesammte exspi messenden Gasuhr.

ie Wasserventile mündeten zwei in ein zinnernes Mundstück auslaufende weite kschläuche, an diesen waren zum Auffangen des Speichels noch T-förmig gebosröhren eingeschaltet.

ungefähr 2 Liter fassende doppelhalsige Flasche stand durch zwei genau gearbeitete ene Hähne auf der einen Seite mit dem einen Wasserventil, auf der andern mit der n Gasuhr in Verbindung. Die beiden messingnen Ansatzstücke wurden durch urfschrauben auf der Flasche luftdicht befestigt und konnten leicht abgenommen . Zum raschen Wechsel und zur öfteren Probenahme standen drei solche Flaschen, die gleichen Hähne aufgeschraubt werden konnten, zur Verfügung. Der gegen til zugerichtete Hahn der geaichten Flasche lief in eine bis nahe an den Boden der reichende Glasröhre aus. Die Ausathemluft musste daher von unten nach oben ie Flasche streichen, wodurch eine gleichmässige Mischung der Luft erreicht wurde. ern Hahne hing von einem Haken ein in $^1/_{10}{}^0$ getheiltes Thermometer in den Raum sche herab, dessen Quecksilberbestand von aussen mehrmals während eines Versuchs n wurde. Die Temperatur der durch die Gasuhr gehenden Luft konnte durch ein ngestelltes Thermometer bestimmt werden. Auch die Zimmertemperatur und der erstand wurden notirt.

Alle Glas- und Kautschukröhren und die Bohrungen der Hähne des Appar
Athmung möglichst wenig zu beeinträchtigen, einen Durchmesser von 19 Millim

Beim Beginn des Versuchs wurde das Mundstück zwischen Lippen und
men, die Nase mit einer Nasenzwinge verschlossen und nun geathmet. Di
trat durch ein eben unter Wasser mündendes Glasrohr in das erste M. V
dieser Ventile besteht aus einem luftdicht verschlossenen Glase, durch des
Röhren führen. Die eine längere mündet, wie gesagt, unter Wasser, sodass
Luft eine kleine Wassersäule durchsetzen muss, um in das Ventil zu gelan
Röhre mündet kurz unter dem Deckel und ist dazu bestimmt, die durch
eingeströmte Luft aus dem Ventil wieder weiter zu leiten.

Die erst genannte längere Röhre mündet ausserhalb des Ventils frei in di
wird die Luft eingesogen. Die kurze Röhre stand mit dem Mundstück durch
schukschlauch in Verbindung. Auf diesem Wege gelangte die Luft in den Mu

Die ausgeathmete Luft strömte in ein gleiches Ventil, dessen längere
stück, durch das zweite Kautschukrohr verbunden war, ein. Die kürzere
einen Schlauch mit der geaichten Flasche, diese mit der Gasuhr verbun
gestatten, wie die Anschauung ergiebt, der Luft den Durchgang nur in der ver

Die Kohlensäure in der Flasche wurde nach der PETTENKOFER'schen Me
bestimmt.

Der Apparat ist so einfach, dass er sich zur Bestimmung der Athemg
Zwecke gut eignet.

Man athmet leicht eine bestimmte Zeit, 15 Minuten bis 1 Stunde, durch di
An der Gasuhr kann die Gesammtmenge der geathmeten Luft bestimmt wer
lensäuregehalt sich aus der Probe der Luft in der geaichten Flasche berechn
verständlich muss in der Zimmerluft die Kohlensäure (nach der PETTENKOFE
gleichzeitig bestimmt werden, um die Kohlensäure in der eingeathmeten Lu
ausgeathmeten abziehen zu können.

Die Luftvolumina werden auf 0° und 760 Millimeter Barometerstand
Luft ist schon durch die Ventile mit Wasser gesättigt.

Um die Gesammtgasausscheidung des Körpers für längere Zeiten (z. B
bestimmen, diente früher der Apparat von REGNAULT und REISET, jetzt
v. PETTENKOFER. Beide sind zu komplicirt und kostspielig, als dass sie wo a
bestdotirten physiologischen Instituten in Thätigkeit versetzt werden könnt

Der erstere besteht aus einem luftdicht verschlossenen Kasten, in we
suchsthier sich befindet. Die ausgeathmete Kohlensäure wird beständig a
strömt dafür reiner Sauerstoff zu.

Der PETTENKOFER'sche Apparat ist nach dem Principe der Ofenventila
einem für die Aufnahme eines Menschen berechneten Salon mit mehreren
eine Dampfmaschine die Luft mit der erforderlichen Geschwindigkeit aus, d
strom in den Salon herein und von da in die Abzugsröhre entstehen kann.
Luft macht diesen Weg ebenso, wie aus einem geheizten Ofen bei richtigem
das Kamin die Luft entweichen darf. Die gesammte, den Salon durchströ
durch eine grosse Gasuhr gezogen und gemessen, nachdem sie vorher d
strichen ist, um mit Wasserdampf gesättigt zu werden, und ihre Temperatur

Ein bestimmter in einer kleinen Gasuhr zu messender Bruchtheil die
wird durch Röhren mit Barytwasser gepresst und giebt hier seine Kohlensä
nach PETTENKOFER durch Titer bestimmt werden kann. Vorher wurde sie d
Schwefelsäure geleitet, um ihr das Wasser zur Gewichtsbestimmung desselb
Von dem Kohlensäure- und Wassergehalt in der direkt untersuchten Luft
den Kohlensäuregehalt der Gesammtluft gerechnet.

Natürlich muss auch hier der Kohlensäuregehalt der eingeströmten L
gleichzeitig bestimmt werden.

Funfzehntes Kapitel.

Die Nieren und der Harn.

Der Harn.

die Lungen für die Ausscheidung des gasförmigen Wassers und der re ist die Niere für die Entfernung des tropfbarflüssigen Wassers esten, löslichen Auswurfsstoffe des Organismus eingerichtet. In ihr lut in die physikalischen Bedingungen versetzt, unter denen es die dem Umsatz der Gewebe beigemischten, krystallisirbaren und leicht ren Stoffe, welche zum grossen Theil für den Organismus ebenso ohlensäure Gifte sind, abgeben kann. Sistiren der Nierenthätigkeit die Sistirung der Lungenthätigkeit wegen der mangelnden »Engif- Blutes zum Tode. Auch bei den Nieren finden wir Hülfsorgane e Ausscheidung unterstützen und zum Theil übernehmen können. Es ben, denen wir als Hülfsorgane bei der Lungenathmung begegneten: Darm.

ffe, die im Harne den Organismus verlassen, sind theilweise wahre um Theil sind sie überschüssig als Nahrungsstoffe in den Organismus und verfallen nur durch die Wirkung der in den Nieren gegebenen n Bedingungen der Ausscheidung: es sind diese das Wasser, ein Theil nd die geringe im Harn enthaltene Sauerstoffmenge. Das Wasser wird sungsmittel der Harnbestandtheile auch dann noch, aber in vermin- ge, in den Nieren abgegeben, wenn es nicht überreichlich zugeführt dritter Antheil der Stoffe im Harne entstammt direkt den in den Nieren henden Stoffumsetzungen. Gewisse mit der Nahrung eingeführte Stoffe lmässig und vollkommen in den Harn über und verändern auf kürzere re Zeit seine chemische Zusammensetzung.

Harn ist nach dem Gesagten eine sehr zusammengesetzte Flüssigkeit. ir die Zusammensetzung als die normale an, die er zeigt bei gewöhn- ischter Kost oder in den ersten Tagen, wenn dem Körper alle Nahrung st und er nur von seinen Organbestandtheilen zehrt, so sind als nor- ndtheile des Harns aufzuzählen: vor allem Wasser (500—2000 Gramm besonders je nach der Menge des Getränks schwankend, und in diesem Hauptbestandtheil Harnstoff (im Tage zwischen 30—40 Gramm), in

weit kleineren, wechselnden Mengen (meist unter 1 Gramm im Tag
und Kreatinin, Harnsäure, Hippursäure, Farbstoffe, sehr geringe (
von Zucker, Fetten (?) und Ammoniak und chemisch noch nicht bestim
nannte Extraktivstoffe; dazu dann die Salze des Blutes, mit den Bas
Kali, Kalk, Magnesia, gebunden an Chlor, Schwefelsäure, Phosphor
Kohlensäure; auch Gase finden sich im Harne gelöst: Sauerstoff, Sti
Kohlensäure. Die Reaktion des frischen Harnes ist meist deutlich sauer
von sauerem phosphorsauerem Kali und Natron herrührend, dabei zeig
eine hellere oder dunklere gelbliche Farbe und einen eigenthümliche
tischen, mit der Nahrung wechselnden Geruch. Gewöhnlich ist ihm
Schleimdrüsen der Harnwege etwas Schleim beigemischt, der sich als
in dem stehenden Harne absetzt. Specifische Formelemente fehlen ihm
das Mikroskop findet nur zufällige Beimischungen auf: abgestossene Blas
zellen, im Schleime Schleimkörperchen, nach Samenentleerungen Sa
bei menstruirenden Frauen Blutkörperchen. Der wechselnden Zusamm
entsprechen auch ziemlich bedeutende Schwankungen des specifischen
normal etwa zwischen 1005 und 1030, das Gewicht des Wassers = 10

Die Nieren und Harnwege.

Die Organe für die Harnausscheidung bestehen aus den Harn
Drüsen den beiden Nieren und den Harnwegen: den Harnleitern,
und Harnröhre.

Fig. 133.

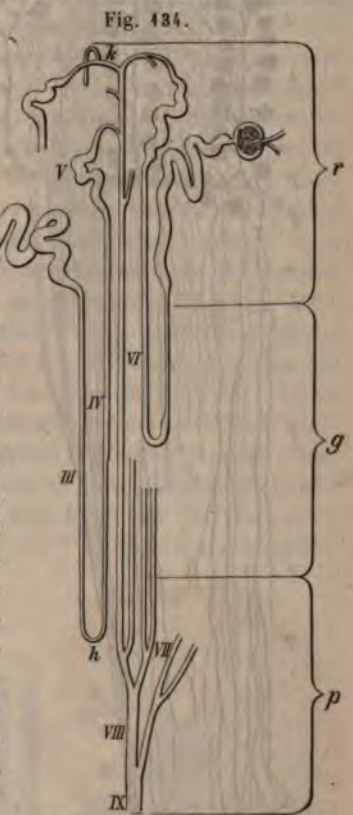


Ein Schnitt aus der Mitte der Niere eines Kindes. *a.* Ureter, *b.* Nierenbecken, *c.* Nierenkelche, *d.* Papillen, *e.* MALPIGHI'sche Pyramiden, *f.* FERREIN'sche Pyramiden, *g.* Septa Bertini, *h.* äussere Theile der Rindensubstanz.

Die Nieren liegen in lockeres,
fetthaltiges Bindegewebe eingebe
eigentliche Drüsensubstanz wird von
sen Kapsel umschlossen: der Tuni
aus Bindegewebe mit elastischen
stehend. Schon mit freiem Auge
die Drüsensubstanz in zwei gesonde
ten zerfallen, in Mark- und Rind
Die erstere ragt mit 8—15 grösseren
mig sich zuspitzenden Warzen: den
schen Pyramiden in das Nierenbeck
Die Rinde bildet den von dem Hilus a
ten Theil der Oberfläche des Organe
sich zwischen die Pyramiden, diese v
trennend, in schmaler Schichte als
Säulen, Columnae BERTINI fort. Funk
hört zu jeder Pyramide ein Abschn
substanz, auch das Mikroskop und
lungsgeschichte weisen die Zusamm
keit nach, sodass, auch wenn zwis
Abschnitten sich nicht wie bei ande
mit lappigem Baue Bindegewebsein
finden, die Niere doch aus so viel
gehörigen Lappen zusammengesetzt erscheint, als sie Pyramiden besitzt

lie Rinden- als die Marksubstanz bestehen im wesentlichen aus
und aus engeren und weiteren cylindrischen, röhrenförmigen Drü-
, den Harnkanälchen, Tubuli uriniferi, welche im Mitteldurch-
0,016—0,03‴ messen. Sie beginnen in der Rindensubstanz mit
sigen Ausbuchtungen, die im Innern je einen Gefässknäuel bergen;
s die sogenannten Malpighi'schen Körperchen oder Kapseln,
—0,1‴ messen und mit einer verengten Stelle in ihr Harnkanälchen
In der Rindensubstanz ver-
eiteren Harnkanälchen an-
geschlängelt als sogenannte
Harnkanälchen, Tu-
rti, gegen die Grenze des
erengert sich jedes Röhrchen
ingt als eine gestreckt ver-
e Kanalschleife (Henle) in
, erhebt sich wieder zur
illt dort wieder zu dem Lu-
undenen Kanälchen an (Schaltstück)
in einem konvexen Bogen mit ande-
demselben Orte zustrebenden Röhr-
ochmaliger Verengerung zu einem
den Rohre (Sammelrohr) zusammen.
hre verlaufen gestreckt bis zum Pa-
Marks, wo sie sich unter spitzem
nderen Sammelröhren je zwei und
n (C. Ludwig). Die beistehende Ab-
t diesen Verlauf anschaulich. Diese
aufenden weiteren Kanälchen (Haupt-
che mit den Sammelröhren die ge-
kanälchen, Tubuli recti, heissen,
h unter spitzem Winkel von neuem je
er mehreren zu immer weiteren Ka-
ie schliesslich auf 200—300 Papil-
Ductus papillares, 0,024—0,1‴
ser, zusammengeschmolzen an der
nden (Fig. 134). Verfolgen wir, um
ltnisse ganz klar zu machen, die Duc-
im umgekehrten Gange noch einmal
s, so sehen wir sie durch fortgesetzte
Theilung, wobei die Röhrenzweige
e abnehmen, in ein Bündel feiner
ehen, die von der Papille her in das
Rindengewebe ausstrahlen und als
yramiden beschrieben werden. Jedes
gemeinschaftlich auf, und seine Röhr-
auch wenn sie den gestreckten Ver-
em gewundenen vertauschen, stets

Fig. 134.



Schematische Darstellung des Verlaufes der Harnkanälchen; Menschenniere. *p* Papillarschicht, *g* Grenzschicht des Markes, *r* Rinde. Kapsel des glomerulus *I*, der durch den Hals in das bogig gewundene Kanalstück *II* übergeht. Dieses spitzt sich an der Mark-Rindengrenze in den absteigenden Schlingenschenkel *III* zu, und geht als solcher durch Henle's Schleife (*h*) in den aufsteigenden Schlingenschenkel *IV* über. An diesen schliesst sich das Schaltstück *V*, welches durch den äusseren Bogen an die Krone (*k*) des Sammelrohrs *VI* übergeht. Das Sammelrohr verbindet sich mit den benachbarten desselben Markstrahls *VII* zum Hauptrohr *VIII* und diese endlich mit anderen Hauptröhren zum ductus papillaris *IX*.

noch eine, wenn auch nicht vollständig abgegrenzte, durch die ganze durch zu verfolgende säulenförmige Masse, Fasciculus corticalis, F

Fig. 135.



Senkrechter Schnitt durch einen Theil einer Pyramide und der dazu gehörenden Rindensubstanz einer eingesprützten Kaninchenniere. Halbschematische Figur. Vergr. 30. Links sind die Gefässe, rechts der Verlauf der Harnkanälchen dargestellt. *a.* Arteriae interlobulares mit den Glomeruli Malpighiani *b.* und ihren Vasa afferentia, *c.* Vasa efferentia, *d.* Kapillaren der Rinde, *e.* Vasa efferentia der äussersten Körperchen in die Kapillaren der Nierenoberfläche übergehend, *f.* Vasa efferentia der innersten Glomeruli in die Arteriolae rectae *ggg.* sich fortsetzend, *h.* Kapillaren der Pyramiden aus den letzteren sich bildend, *i.* eine Venula recta an der Papille beginnend, *k.* Ductus papillaris oder Anfang eines geraden Harnkanälchens an der Papille, *l.* Theilungen desselben, *m.* gewundene Kanälchen in der Rinde nicht in ihrem ganzen Verlaufe dargestellt, *n.* dieselben an der Nierenoberfläche, *o.* Fortsetzung derselben in die geraden Kanälchen der Rinde, *p.* Verbindung derselben mit MALPIGHI'schen Kapseln.

Pyramide. C. LUDWIG nennt d lung je eines Hauptrohrs (cf. dung 134) Primitivkegel, sie allen Höhen der Rinde mit schen Kapseln umgeben, in we gewundenen Kanälchen einse um das andere verläuft aus d förmigen Knäuel nach ausse seinem MALPIGHI'schen Körp sammentreffen. In der Mitte bündel verlaufen die Kan mehr oder weniger gestreckt; nun seitlich zu den MALPIGH perchen wenden, so biegen schlingenförmig nach unten i substanz aus, steigen wied wärts und senken sich in je e sches Körperchen ein (KÖLLIKE

Die Harnkanälchen beste einer Membrana propria, di einem Epithel ausgekleidet is hüllungshaut erscheint meist Die einschichtigen Epithelzell sich nach den verschiedenen der Harnkanälchen verschied scharfbegrenzte Gestalt der ku ist überall gleich. In den b denen Kanälchen (auch im sind die Zellgrenzen und Kerne scheinen in eine sulzi sichtige Masse eingebettet, sich unregelmässige Spalten Protoplasma des Epithels ist an Fetttröpfchen. In den ver len an den Grenzen der Se sich ein helles »mageres« Zellen liegen nachgiebig über den erweiterten Grenzen der S Die Tubuli recti haben Cylinde Ductus papillares haben k membran mehr (LUDWIG).

Kugelige, meist scharf Zellen finden sich auch in de schen Kapseln. Die Zellen

ssknäuel in der Kapsel auch an der Stelle, wo sich diese der Höhlung rchen zuwenden.

r bemerkenswerth ist das Verhalten der Nierenblutgefässe. Vor zu bemerken, dass, nachdem die kleinen Arterien zu einem reichen feiner Gefässe in den MALPIGHI'schen Kapseln zerfielen, sie wieder zutreten zu Gefässchen in ihrer Dignität und wohl wenigstens zum Theil m Baue nach Arterien, die erst im weiteren Verlaufe sich zu eigentlichen n auflösen, aus denen die wahren Venen hervorgehen.

Nierenarterie zerfällt im Nierenbecken in ihre Zweige, welche in die zwiden MALPIGHI'schen Pyramiden gelegenen Corticalsäulen (Columnae eintreten und sich in zierlicher Weise im Umfange der Pyramiden ver- Aus dem Theile dieser Verästelung, der an die Rindensubstanz angrenzt, ehr regelmässig, fast rechtwinkelig Aestchen ab, die sich noch weiter theire feinen Zweige (0,06—0,1‴) verlaufen zwischen den beschriebenen henbündeln der Rindensubstanz, geraden Wegs nach aussen: man et sie nach KÖLLIKER als Arteriae interlobulares. Sie tragen wie lie MALPIGHI'schen Knäuel, in deren Bildung sie meist ganz aufgehen. Jede leine Interlobulararterie giebt in ihrer ganzen Länge ganz feine Zweige n Seiten ab, die trotz ihrer Feinheit (0,008—0,02‴) noch den Bau der haben, und löst sich endlich durch diese Zweigabgabe ganz auf. Diese terienzweige gelangen, nachdem sie manchmal vorher noch einen klei- Kapillaren sich auflösenden Zweig abgegeben, an die MALPIGHI'schen heran, treten in deren Hüllmembran ein, um sich in den beschriebenen Knäuel feiner Gefässchen aufzulösen. In Beziehung auf die MALPIGHI'rperchen wird das Blut zuführende Gefäss als Vas afferens bezeichspaltet sich nach seinem Eintritt in acht Aeste, welche in einen Büschel sschen zerfallen, die in vielfachen en, ohne sich netzförmig zu verbineinander geflochten, endlich in dert, wie sie sich theilten, wieder zu fachen Stämmchen, dem Vas effech vereinigen. In der grossen Mehr- Fälle treten die zu- und abführenden n derselben Stelle in die Kapsel ein er heraus, und zwar meistens gegen- Ursprung des Harnkanälchens (Fig. ie Vasa efferentia sind noch keine ndern zum Theil auch im Baue noch terien, die erst im weiteren Verlauf arnetz bilden, nach C. LUDWIG man- die arterielle Muskelringhaut. Die fferentia erscheinen meist etwas ls die Vasa afferentia. In der bstanz spalten sich die Vasa efferentia zem Verlauf in ein reiches Netz von Kapillaren, dessen rundliche oder schen die gewundenen Harnkanälchen rings umspinnen. Anders als das

Fig. 136.



Verlauf der Blutgefässe im Körper der Rinde (Schematisch). Raum des Markstrahls, *m*. Raum der bogig gewundenen Gänge *b*, *ai* Arteria interlobularis, *vi* Vena interlobularis, *va* vas afferens glomeruli, *ve* vas efferens glomeruli. *gl* glomerulus. *vz* Venenzweig der Interlobularvene.

oben beschriebene Verhalten der Rindengefässe ist das der Markgefässe. efferentia der an die Marksubstanz grenzenden Malpighi'schen Kaps meist weiter als die oben beschriebenen und senken sich zwischen di Harnkanälchen in langgestrecktem, geradlinigem Verlaufe ein und w Arteriolae rectae bezeichnet. Sie verästeln sich, bevor sie die Papillen erreichen, spitzwinkelig, sodass sie den Verlauf der gestreck kanälchen nachahmen. Die Kapillaren, die sie bilden, stammen von re abgehenden feinen Zweigen und bilden ein wenig dichtes Netz lang rechtwinkeliger Maschen. An der Grenze zwischen Rinden- und Ma hängt das reichliche rundlich-eckige Maschennetz der gewundenen direkt mit diesem rechtwinkeligen sparsamen Netze zusammen. Ein T A. rectae geht auch aus denselben Aesten der Nierenarterie hervor, au A. interlobulares entspringen. Man erkennt sie an ihrer Muskelringhaut hältnissmässige Mangel an Kapillaren an den gestreckten Kanälchen sp dass der Hauptverkehr mit dem Blute neben den Malpighi'schen Körp gewundenen Kanälchen zukommt.

Die **Venen.** An der Oberfläche der Niere entstehen durch das Zusam der zwischen den neben einander liegenden Nierenläppchen (Ferrein's miden) verlaufenden kleinen Venenwurzeln sternförmige Figuren: die schen Sterne (Stellulae Verheynii). Die daraus hervorgehenden Stämmchen senken sich zwischen den Läppchen in die Tiefe und ve den Interlobulararterien, nehmen die ihnen begegnenden kleineren dem Innern der Rinde in sich auf und vergrössern sich dadurch. Sie unter meist spitzem Winkel mit anderen Venen zusammen und ve den grösseren Arterien der Pyramiden, und zwar so, dass jede Arter je einer Vene begleitet wird. Alle Nierenvenen sind klappenlos. Ehe Arterien und auf dieselbe Weise wie diese die Nieren verlassen, nehm das Blut der Papillarvenen auf, die in zierlichem Netze die Oeffnung kanälchen an den Papillen umspinnen.

Ausser diesen der Absonderung dienenden Gefässen besit noch andere, die von der Nierenarterie, ehe sie in den Hilus eintritt, von nieren- und Lendenarterie sowie von der A. phrenica abgegeben werd wie angegeben wird, nur die Nierenhüllen versorgen, oder ob sie auch in ähnlicher Weise selbständig ernähren wie die Ernährungsgefässe de nicht entschieden. Dass die Arterien, welche der Absonderung vorste diess auch noch zur Ernährung des Organes dienen können, scheint vorzugehen, dass die Interlobulararterien hie und da auch noch fein die Hüllorgane der Niere abgeben.

Die **Saugadern** der Niere konnte Kölliker bis zu den Interlobularge folgen. Die grösseren Stämmchen verlaufen mit den grösseren Blutge Hilus vereinigen sie sich zu einigen Stämmchen, nehmen noch die Ly aus dem Nierenbecken auf, und laufen zu den Lendenlymphdrüsen. wig und Zawarykin verlaufen die reichlichen parenchymatösen Lymp den Interstitien des unter der Kapsel befindlichen Bindegewebes. Sie den Lymphgefässen der Kapsel in Verbindung und dringen zwischen

en herein. Die aus der Rinde wegleitenden Lymphgefässe verfolgen gegen us zu die Bahn der Blutgefässe. Erst am Hilus erhalten sie Klappen.

Nerven der Niere sind noch nicht weiter als bis zu den Interlobularge- erfolgt worden. Sie stammen vom Plexus coeliacus des Sympathicus und nen die Arterie in einem ziemlich dichten Geflechte. Noch im Hilus finden ihnen einige (gangliöse) Knötchen Die Niere hat nachgewiesenermaassen dungsnerven, welche die Weite der Blutgefässe beeinflussen.

ischen die bisher beschriebenen Gewebselemente der Niere tritt noch substanz ein, die aus einem mehr oder weniger dichten Bindegewebs- hennetze meist ohne fibrilläre Zwischensubstanz besteht. Die Zellen stehen Längsaxen ihrer Kerne senkrecht auf die Längsaxe der Harnkanäle. Zwi- en Röhren des Marks findet sich, gegen die Papillen zu an Masse zuneh- uch streifiges Bindegewebe.

r den Bau der harnleitenden Organe haben wir von physiologischer Seite nur wenig zu Harnleiter, Nierenbecken und Nierenkelche bestehen alle aus drei Schichten, zu eine Schleimhaut, dann eine Lage von organischen Muskeln, zuletzt eine äussere ut, die aus Bindegewebe mit elastischen Fasern besteht und direkt mit der Nieren- zusammenhängt. Die inneren Fasern der Muskelschicht verlaufen längsgerichtet, die n quer. An den Nierenkelchen verdünnt sich die chicht mehr und mehr und endet an den Papillen. Ureter kommt etwa von der Mitte an eine dritte e auch längslaufende Muskelfaserschichte hinzu. ne Schleimhaut ist zwar reich an Gefässen, besitzt ne Drüsen oder Papillen, auf den Nierenpapillen e sehr fein. Das Epithel ist geschichtet. Die e Zellenschichte ist rundlich, die mittlere mehr ge- , walzenförmig, an der Oberfläche sind die Zellen h, vieleckig, gross, plattgedrückt. Häufig haben Kerne, daneben auch noch andere kernartige Ge- Fig. 137).

Fig. 137.



Epithel des Pelvis renalis vom Menschen, 350mal vergr. *A.* Zellen desselben für sich. *B.* Dieselben in situ. *a.* Kleine, *b.* grosse Pflasterzellen, *c.* eben solche mit kernartigen Körpern im Innern, *d* walzen- und kegelförmige Zellen aus den tieferen Lagen, *e.* Uebergangsformen.

der Harnblase kommt nun noch der Bauchfell- g zu den bisher beschriebenen Lagen hinzu. Die che Muskelschichte besteht wie die bisher beschrie- zu äusserst aus einer Längsfaserschichte, deren in regelmässiger Weise neben einander verlaufen, sor urinae. Unter dieser liegt eine Schichte ufender Fasern, deren Bündel weniger vollständig menhängen. Am Blasenhalse vereinigen sich diese zu einer starken Ringsfaserschichte: Sphincter ae. Ein reichliches, bindegewebiges Unterschleim- webe verbindet die Blasenschleimhaut mit deren genannten Schichten. Sie bildet in der leeren viele Falten, die bei der Füllung verstreichen. Sie , ohne Zotten, ihr geschichtetes Epithel ist dem der Harnwege ganz ähnlich: oben mehr platte rund- kige und zackige (geschwänzte) Zellen, in der Tiefe förmige. Im Blasenhalse und Blasengrunde finden sich Schleimdrüschen, entweder birnförmige Schläuche oder auch verästelt, traubig mit Cylinderepithel.

Harnröhre des Weibes hat eine Muskellage und Schleimhaut ganz von dem

beschriebenen Bau. Die Schleimdrüsen (LITTRE'schen Drüsen) sind meist etw
als in der Blase und sondern ziemlich reichlich Schleim ab.

Die männliche Harnröhre besitzt dagegen ein geschichtetes Cylin
die unteren Schichten bestehen aus runden oder ovalen Zellen. Die vordere M
GAGNI'schen Grube besitzt Papillen und Pflasterepithel. Auch hier finden s
Drüsen: schlauchförmig, gabelig getheilt, gewunden, Schleim absondernd.

Zur Entwickelungsgeschichte. — Die Urnieren. Die Absonderung der du
wechsel gebildeten chemischen Körper, welche bei dem erwachsenen Wir
zugsweise durch die Nieren erfolgt, wird bei dem sich bildenden Embryo, so
in der Placenta statt hat, durch eine Drüse besorgt, welche sich in der Folg
schiedenen Abtheilungen der Wirbelthiere in verschiedener Weise an der Bil
ren Nieren und der Geschlechtsorgane betheiligt. Die Urnieren (Primordialnie
oder WOLFF'sche Körper) treten nach den Untersuchungen von REMAK bei d
schon in sehr früher Zeit auf, ihre Ausführungsgänge liegen (Fig. 45) un
dem Hornblatte in einer Lücke zwischen den Seitenplatten und Wirbels
scheinen sie sich zu entwickeln, ohne Betheiligung des Hornblatts oder Dar
Die Drüse besteht jederseits aus einem an der unteren Seite der Vorwirbel
nach aussen zu gelegenen Ausführungsgang, mit welchem nach innen an
quere, regelmässig sich folgende Drüsenkanälchen in Verbindung stehen.
werden die Urnieren beim Säugethierembryo sichtbar, bevor die Allantois an
fänglich erscheint die Anlage solid. Wenn sich die Allantois bis zu einem g
entwickelt hat, münden die Urnierengänge mit zwei nahe aneinander geleger
in diese ein. Beim Hühnchen und bei den Reptilien (Schlangen) münden sie
Mit dem Wachsthum der Drüse verlängern und schlängeln sich die Seitenkan
treten mit ihnen die Blutgefässe, wie in den bleibenden Nieren, mit Mal
Knäueln in Verbindung. Der Ureter der Batrachier ist zugleich Samenleiter

Die Drüse ist dann ein ziemlich bedeutendes, dickes, spindelförmig ge
das zur Seite des Mitteldarmgekröses in der Bauchhöhle liegt. An der vord
Fläche läuft der Ausführungsgang herab, in welchen die Seitenkanälchen
münden. In der Folge sehen wir bei den höheren Wirbelthieren die Urnier
thum stillstehen und mit Ausnahme der Theile, die mit den Geschlechtsor
bindung treten, einer Auflösung anheimfallen. Sie secerniren während ihrer
Art Harn, ein körniges Sekret, in welchem REMAK Harnsäure fand, und das
meist aus harnsauerem Natron und harnsauerem Ammoniak besteht. Die Al
Urnieren ergiesst sich in die Allantois, den Harnsack. Die alkalisch r
lantoisflüssigkeit scheint aber nur zum Theil ein Sekret dieser Drüse
ren Theil ist sie wahrscheinlich ein Transsudat aus den Gefässen der Allant
KER), sie enthält Eiweiss und nach BERNARD Zucker. Bei Hühnchen findet sich
säure, in einer gewissen Zeit auch Harnstoff, bei Säugethieren (Kuhen) fin
Harnstoff auch Allantoin, was man auch im Harne säugender Kälb
sauer reagirt und sich sonst wie Harn der Omnivoren verhält.

Die Entwickelung der bleibenden Nieren und die harnleitend
höheren Wirbelthieren (Mensch) steht mit den Urnieren in keinem Zusam
Allantois liefert dagegen bleibende Theile des Harnapparates. Die Allantois
(S. 47) durch den Urachus mit der vorderen Mastdarmwand zusamme
zweiten Monat erweitert sich der Urachus in seinem unteren Theile zur Har
zuerst von spindelförmiger Gestalt, sich zunächst noch durch den Urachu
Ligamentum vesicae medium) nach oben mit der Allantois, nach unten dur
zen Gang mit dem Mastdarm vereinigt. Meist erst am Ende der Fötalpe
sich der Urachus. Die Blase nimmt durch fortschreitende Erweiterung
Gestalt an. Die Nieren entwickeln sich, aus einer hohlen Ausstülp
teren Harnblasenwand (KÖLLIKER), an welcher sich Epithelial- und Fas

gen. Aus dieser hohlen Anlage entwickeln sich die Harnleiter und Nierenkelche, welche er Faserschichte eine kompakte Drüse bilden. Von dem Epithel der Nierenkelche aus sich nun, wie bei den traubenförmigen Drüsen, solide Zellensprossen als Anlage der anälchen, welche rasch wuchern, sich verästeln und von den Kelchen her hohl wer- Die kolbig verdickten Enden wandeln sich, indem sie mit den sich selbständig ent- inden Malpighi'schen Gefässknäueln in Verbindung treten, in die Malpighi'schen Körper- um. Nach REMAK's Beobachtungen an Säugethierembryonen wird der Gefässknäuel von dem Harnkanälchen »umwachsen«. »Indem das letztere auf einen Glomerulus bildet es eine napfförmige eingestülpte Erweiterung, durch welche der Knäuel bis zur ttsstelle seiner Blutgefässstämmchen allmählich umfasst wird«. Damit stimmen die chtungen LEYDIG's und im Allgemeinen die Angaben von BIDDER und REICHERT. Manche die Kapsel von den Gefässen einfach durchbohrt werden.

i den reiferen Embryonen der Säugethiere und des Menschen besteht die Niere aus Anzahl abgesonderter Lappen, Reniculi, welche nur durch die Zweige des Nieren- us (Nierenkelche) zusammenhängen. Beim Bären, der Fischotter, den Cetaceen blei- e Reniculi während des ganzen Lebens getrennt, bei den anderen Säugethieren ver- en sie, indem jeder Reniculus eine Pyramide bildet. Die pyramidale Marksubstanz eniculi wird von der Cordicalsubstanz wie von einer Mütze bis zu den Papillen über-

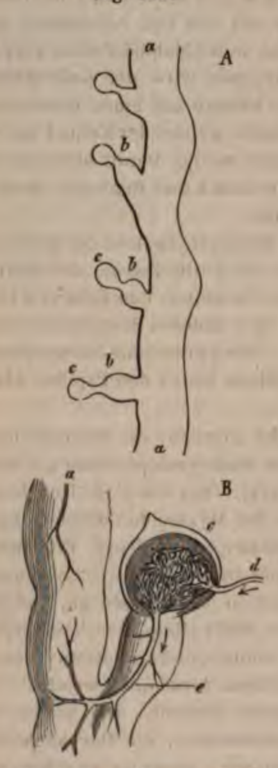
r **vergleichenden Anatomie.** — Die Urniere, welche bei den Thieren, die während ihrer ckelung ein Amnion besitzen (Amnioten), nur in frühen Embryonalperioden als Niere t, spielt bei den Anamnia eine dauernde Rolle (GEGENBAUR). Bei den Fischen bildet ie bleibende Niere aus der Urniere. J. MÜLLER hat bei den Myxinoiden (Cyclostomen) nfachsten, der Urniere enstprechenden Bau der Wirbelthierniere entdeckt. Ein langer, its durch die ganze Bauchhöhle reichender Ureter giebt in grossen Zwischenräumen lle zu Stelle ein ziemlich weites, aber kurzes Kanälchen nach aussen ab, welches eine Verengerung zu einem blindendigenden Säckchen führt (Malpighi'sches Körper- , in welchem sich je ein Glomerulus befindet. Bei der voluminöseren Petromyzonten- vereinigen sich die Harnleiter zu einem unpaaren, weiteren Abschnitt, welcher, wie sonderten Harnleiter der Myxinoiden, zum Bauchporus verläuft. Die Nieren der r zeigen keine Unterscheidung von Rinden- und Marksubstanz, die Harnkanälchen ewunden. Es kommen harnblasenartige Erweiterungen vor, entweder an einem un- n Verbindungsstück der Ureteren oder an jedem einzelnen (Selachier) (Fig. 138).

den Larven der Batrachier zeigen sich die Harnkanälchen zuerst als gestielte, auf dem aufsitzende Bläschen, bei den entwickelten Thieren (Fröschen) gehen die Harnkanäl- ach einer Ureterseite hinab und endigen nach einem theils geraden, theils gewundenen fe und gabelförmiger Theilung am entgegengesetzten Rande der Niere. Die Nieren der lien und Vögel zerfallen in Lappen und zeigen auf ihrer Oberfläche eigenthümliche ngen, welche bei Vögeln an die Windungen der Gehirnoberfläche erinnern. Bei Schlangen hildkröten senken sich in den am Innenrande der Nieren verlaufenden Harnleiter, den en Nierenlappen entsprechend grössere Harnkanäle ein, welche aus dem büschelför- Zusammentreten der feinsten Harnkanälchen und ihrer primären Verbindungsstücke gegangen sind. Bei den Sauriern und Krokodilen werden die Ureteren vom Nieren- hym umschlossen. Bei den Vögelnieren, die in Reniculi zerfallen, zeigt sich deutlich und Rindenschichte. Der Harnleiter läuft grossentheils ausserhalb der Niere. — Der e Theil der Urniere bildet sich sowohl bei den Fischen als meist auch bei den Amphi- urück. Wie es scheint, kommt bei den Amnioten nur der hintere, bei den Anamnia uernde Rolle spielende Theil der Urniere zur Entwickelung (GEGENBAUR).

Amphibien, Reptilien und Fischen wimpert zum Theil das Epithel der Harnkanälchen s ihrer Urnieren. Die MALPIGHI'schen Gefässknäuel finden sich in den Nieren aller lthiere, aber etwas wechselnd in Zahl, Grösse und Verknäuelung.

e Harnorgane der Wirbellosen sind entweder mehr oder weniger einfache,

getrennte Kanäle, bei den Würmern und Arthropoden, oder in kavernöse Gebil-
delte Röhren bei den Mollusken. Die wasserführenden Respirationsorgane der Wür



A Ein Theil der Niere von Bdellostoma. *a* Harnleiter. *b* Harnkanälchen. *c* Terminale Kapsel. *B* Ein Stück davon stärker vergrössert. *a*, *c* wie vorhin. In *c* ein Glomerulus, in welchen eine Arterie *d* eintritt, während eine austretende *e* sich auf Harnkanälchen und Harnleiter verzweigt. (Nach J. MÜLLER.)

an ihrem unteren Abschnitte selbständige Dr
kretionszellen für die Harnausscheidung. Da
organ = Niere der Trematoden sondert ein
krystallinisches Sekret ab, in welchem v. G
u. A. Guanin fanden. Bei Insekten, Arachnid
poden fungiren die sogenannten MALPIGHI
fässe theils als Nieren, theils als gallebere
(LEYDIG). Sie erscheinen als lange, einfac
zweigte Kanäle, die meist vielfach gewund
schleifenförmig am Darmkanal anliegen, in
erweiterten Abschnitt sie münden. Die weis
secerniren die Harnkonkremente, neben i
mende Gefässe gelbliche Galle. Bei einigen I
verschiedene Funktion auf die verschieden
eines und desselben Gefässes beschränkt. Be
thieren sind die Harnorgane noch nicht si
v. SIEBOLD möchte die betreffende Funkti
schläuche verlegen, welche an verschiedene
schen Pylorus und Mastdarm in den Darmkan
Bei den Mollusken entsprechen die Harno
Würmern angetroffenen Bildungen. Es sind K
mit einer äusseren Oeffnung beginnen und n
oder längerem Verlauf in der Leibeshöhle, n
perbesetzten inneren Oeffnung münden. Dur
Fortsätze und mehrfache Faltungen erhalten
sigen, kavernösen Bau, bei einigen: Ptero-
Cephalopoden sind diese Nieren kontraktil
nösen Räume sind durch die Sekretionszellen
welche bei den Acephalen flimmern. Die
dungen erscheinen als Körnchen, schalige
krystallinische Bildungen in den Sekretionsz
in eigenen Sekretsräumen derselben (H. M
bläschen). Solche Konkremente sind es, w
niederen Thieren die Exkretionsorgane u
einiger Sicherheit erkennen lassen, der Z
dieser Konkretionen mit dem Harn der Wirbel
fältig noch unerwiesen. Die Konkremente fär
weiss, gelb, oder wie bei Paludina vivipara

Chemisch-physiologische Vorgänge in der Niere.

Von den der Niere eigenthümlichen Lebenserscheinungen ist bisher noch w
Von der specifischen Zellenthätigkeit in der Niere zeugt das Vorkommen vo
Taurin. Neben diesen finden wir auch hier Sarkin und Xanthin (CLOETT
NEUKOMM u. A.), auch Kreatin. Der Stoffwechsel des Nierengewebes wird vo
rakterisirt durch die Bildung des schwefelhaltigen Cystins, das sonst in ke
nachgewiesen ist. BECKMANN fand Leucin und Tyrosin in der Niere, das aber
und NEUKOMM nur in kranken Nieren, z. B. bei Choleraleichen aufgefunden w
Harnstoff und Oxalsäure treten bei Morbus Brighti auf, bei Diabetes melli
Zucker.

Die strukturlose Hülle der Harnkanälchen zeigt, wie das Sarcolemma eine hohe Resi-
z gegen chemische Agentien, ähnlich der des elastischen Stoffes. In dem albumin-
hen Inhalte der Epithelzellen der Harnkanälchen finden sich nach Fett- und Fleisch-
ass Fetttröpfchen, wie solche von Einigen als ziemlich konstante Bestand-
ile des Harns angenommen werden.
In welchem Zusammenhange der chemische Bau der Niere zu ihrer Fuktion steht, hat
bisher noch nicht näher enträthseln lassen. In neuester Zeit ist mehrfach die Behaup-
t aufgestiegen, dass die Niere durch ihre specifische Thätigkeit Harnstoff erzeuge
weniger hoch oxydirten Stoffen (besonders Kreatin), die ihr durch das Blut zugeführt
den. Man hat den Beweis dafür durch Ausschneiden von Nieren bei Hunden und Ka-
hen zu führen versucht und wollte nach diesen Operationen sehr wenig Harnstoff im
e und den Organen der operirten Thiere aufgefunden haben, weil weniger als sonst bei
andensein der Nieren in selber Zeit gebildet worden wäre, dagegen sei das Kreatin ver-
rt. Man änderte den Versuch auch in der Art um, dass man die Nieren bestehen liess
nur die Harnleiter unterband und so nur die Harnausscheidung unmöglich machte.
sollte sich die normale Menge Harnstoff in den Geweben vorfinden, da eben die Nieren
Thätigkeit noch hatten fortsetzen können. Man hat sogar behauptet, dass frisches
ngewebe mit Kreatinlösung zusammengebracht, in diesen das Kreatin in Harn-
f umwandele. Den negativen Befunden, nach denen Harnstoff bei Thieren mehr oder
ger vermindert gefunden oder sogar ganz vermisst wurde, bei denen die Nieren aus-
nitten waren, steht das positive Resultat von C. Voit entscheidend gegenüber, welcher
der Nierenausscheidung den Harnstoff in den Geweben ebenso vermehrt fand, wie
der Harnleiterunterbindung, während er in Beziehung auf das Kreatin keine Ver-
rung in der Quantität erkennen konnte. Auch Rosenstein suchte durch Versuche zu
n, dass sich die Niere an der Harnstoffbildung nicht betheilige.
Wir müssen die Nieren wie die Lungen vor allem nur als Ausscheidungsorgane be-
ten, welche einen Theil der Blutflüssigkeit — Wasser und die am leichtesten diffun-
den Stoffe — durch sich hindurchtreten lassen, ohne ein specifisches Drüsensecret,
us der originellen Lebensthätigkeit ihrer Drüsenzellen hervorgegangen wäre, ihr bei-
ichen. Dabei ist freilich die Möglichkeit noch nicht ausgeschlossen, dass sich ähnlich
ie Lunge an der Kohlensäureausscheidung auch die Niere an der Harnausscheidung
v betheiligt, indem sie vielleicht durch aktive Veränderung ihres Zellenchemismus,
iffusionsströmen den Weg durch ihre Zellmembranen oder durch die Membranen der
aren bahnt. Dass so Etwas in den Nieren stattfindet, vielleicht ebenso wie bei anderen
n und im Muskelgewebe auch durch Säurebildung (die Nierensubstanz reagirt stets
, auch bei den Thieren, welche alkalischen Harn absondern), zeigt sich darin, dass aus
kalisch reagirenden Blutflüssigkeit die sauere Harnflüssigkeit hervortritt. Für aktive
iligung der Niere an der Harnbereitung spricht vor allem Das, was neuestens Voit
Kreatinfütterungen erwiesen hat. Das Kreatin, welches sich im alkalischen Blute
, wird in den Nieren in Kreatinin umgewandelt. Es erscheint das als eine Wirkung der
en Nierenreaktion, da die gleiche Umwandlung auch im sauren Muskel behauptet wurde
uch ausserhalb des Organismus durch saure Flüssigkeiten geschieht. Der Harnfarbstoff
ränderter Blutfarbstoff, es könnte auch dieser erst in der Niere verändert und aus den
ellen befreit werden. Das Cystin und Taurin des Nierengewebes deuten, wie wir
, auf einen specifischen Nierenstoffwechsel. Der Inosit, der sich in der Niere findet,
wohl, da er nicht im Harne auftritt, ähnlich wie der Zucker in der Leber in das durch-
ende Blut über. Bei den niederen Thieren und Vögeln finden wir die festen Nieren-
te als Konkremente in den Nierenzelle sich anhäufen.
ach Störungen in der Nierenthätigkeit findet sich wie nach Nierenausschneiden der
nstoff im Blute und in den Organen vermehrt, wie aus den Befunden bei Cholera-
en, bei denen die Harnentleerung vor dem Tode ganz aufhörte, sowie bei Nierendegenera-
n hervorgeht. Offenbar entledigt sich also bei seinem Durchgang durch die Nieren das

arterielle Blut eines Theiles seines Harnstoffes, den wir ja als normalen Bestandth
Blutes kennen. Die Beobachtung PICARD's scheint zu ergeben, dass sich in dem v
Nierenblut weniger Harnstoff nachweisen lasse als in dem arteriellen. Die Blutvers
gen in der absondernden Niere zeigen die gleichen Verhältnisse wie bei allen arte
Drüsen (cf. oben S. 381). Das Blut, welches das ruhende Organ durchströmt, wird
venös gefärbt und ist stark faserstoffhaltig. Dagegen fand BERNARD das Venenblut
sondernden Niere hellroth, dem arteriellen ähnlich, fast oder vollkommen faser
dabei soll es mehr Sauerstoff und weniger Kohlensäure enthalten als dunkeles, venö
Bei gleicher Dichtigkeit verhalten sich nach BERNARD's Versuchen die Gasvolumina
uns hier interessirenden Blutarten

Arteria renalis:		Vena renalis hellroth:	Vena renalis dunkelroth:
O	19,4	17,2	6,4
CO_2	3,0	3,13	6,4

Die Reizung der Gefässnerven, wodurch sich die Gefässlumina verengern, d
stände gegen die Blutströmung also zunehmen, wird das Venenblut dunkelroth. De
schein ergiebt, dass während der Thätigkeit des Organes die Blutmenge, welche
durchströmt, sehr bedeutend vermehrt ist. In der Niere des lebenden Kaninchens
sich für gewöhnlich etwa 2% der Gesammtblutmenge (J. RANKE).

Die physikalischen Bedingungen der Harnausscheidung.

Die Beobachtungen haben ergeben, dass durch eine allgemeine St
des Blutdruckes in dem Blutgefässsysteme, wie sie z. B. durch gesteigerte W
aufnahme in der Nahrung erzielt wird, die Harnabsonderung vermehrt
kann. Es spricht das dafür, dass die Harnabsonderung überhaupt ihr Zu
kommen zunächst den Druckverhältnissen im Blutgefässsysteme, die ja
Nieren so eigenthümlicher Art sind, verdanke. In den Harnkanälchen
wohl stets ein geringerer Druck als in den zuführenden Arterien der Glom
denen er noch durch die geringere Weite der abführenden Arterien im V
mit den zuführenden, und durch die Zerspaltung gleichsam in zwei hint
Widerstände einführende Kapillarsysteme (KÖLLIKER) gesteigert ist. Auch d
tomische Anordnung der Glomeruligefässe selbst trägt nach LUDWIG's Mein
Drucksteigerung bei, in Folge deren der diffusionsfähige Theil der Blutfl
durch die Kapillarwände der Glomeruli durchgepresst wird. Für Eiweiss u
finden wir die Wände zahlreicher Kapillarsysteme im thierischen Körper un
gängig, auch durch die Wände der Glomeruligefässe treten diese Stoffe ni
durch. Nach HEYNSIUS spielt hiebei die Säure des Nierengewebes ein
Eiweiss, welches verhältnissmässig leicht in destillirtes Wasser eintritt, d
in angesäuertes Wasser oder in saueren Harn kaum herein. Es wäre
schwach sauere Reaktion des Harnes, welche den Uebergang des Eiweiss
Harnkanälchen hindert. Dass Fett für sich feuchte Membranen nicht durc
wissen wir aus den Untersuchungen der Fettresorption im Darme. Die
keit, welche aus dem Blute durch die Membranen der Glomeruligefäss
Harnkanälchen hereintritt, ist also Blutflüssigkeit, der die Eiweissstoffe u
fehlen. Diese Flüssigkeit tritt in den gewundenen Harnkanälchen, die vo
so reichen Kapillarnetze umsponnen werden, in Diffusionsverkehr mit de
die Harnausscheidung koncentrirter gewordenen Blute und erleidet dadur

Veränderungen, die sie zum Harne machen. Diese Hypothese (Ludwig) nche Eigenthümlichkeiten des Harnes, besonders die verschiedene Kon- n desselben an Salzen im Vergleiche mit dem Blute unaufgehellt, doch uns im Allgemeinen ein verständliches Bild. Die verschiedene Koncen- n Salzen im Harne und Blute rührt wohl zunächst davon her, dass die Salze, wir in der Blutasche finden, im Blute selbst zum Theil nicht frei vorhanden in Theil derselben ist an schwer oder nicht diffundirende organische Ver- en (Eiweiss etc.) geknüpft. Ein anderer Theil der Salze dagegen ist durch ng der organischen Stoffe, mit denen sie verbunden waren, frei im Blute n. Nur dieser letztere Antheil kann durch den Filtrations- und Diffusions- rekt ausgeschieden werden.

selben Ausscheidungsbedingungen finden wir bei den Gasen des Blutes, auch in viel geringeren Mengen in den Harn übergehen, als sie sich im den. Der an die Blutkörperchen gebundene Sauerstoff geht, ebensowenig Blutkörperchen selbst, in den Harn über, daher erklärt sich der verhält- sig geringe Gehalt des Harnes an Sauerstoff, während das Nierenvenen- st noch eine so bedeutende Menge davon enthält. Es geht nur der in der igkeit nach den Gesetzen der Absorption gelöste Sauerstoff in den Harn. ist es bei der Kohlensäure. Wir verdanken Planer einige Untersuchungen gase. Normaler Harn enthält danach im Mittel:

	in 100 Harn:	
Stickstoff	0,820	bei 0° und
Sauerstoff	0,043	0,76 Meter Druck.
freie Kohlensäure	4,729	
gebundene ,, . . .	3,066	

ch Muskelbewegung und andere Vorgänge, welche den Kohlensäuregehalt es steigern, steigt auch der Kohlensäuregehalt des Harns (Morin). Der t nach Planer etwa dasselbe Absorptionsvermögen für die betreffenden Blut und Wasser. Die verdunstbare Kohlensäure des Harnes wächst les Blutes in der Verdauung.

Momente, welche den Druck in den Glomerulis vermehren, müssen nach benen Darstellung, was die Beobachtung vollkommen bestätigt, die Menge geschiedenen Harnes vermehren. Wie schon angeführt, wirkt hierin es Wassertrinken, welches sehr rasch den Druck im gesammten Gefässsystem t, am energischsten. Die Steigerung der Harnabsonderung ist nach Ge- Getränken eine so rasche, dass eine frühere Zeit direkte »geheime Wege« Magen und Harnblase zur Erklärung annehmen zu müssen glaubte.

ch ausgedehnte Muskelkrämpfe (J. Ranke), durch Verschluss grosser Ar- urch Kälte, welche das Blut von der Haut zu den innern Organen treibt, Druck in der Nierenarterie erhöht. Während der krampfhaften Muskel- t selbst ist die Harnabsonderung aber vermindert, die Steigerung tritt erst n Nachlassen derselben ein (J. Ranke). Auch rein nervöse Einflüsse z. B. Hirnverletzungen an der Basis des vierten Ventrikels können sich hierin machen. Hierher sind auch die Einflüsse der Gemüthsbewegungen und Nervenkrankheiten zu rechnen. Gesteigerte Thätigkeit des Herzens stei- Druck im Arteriensysteme. Durch die Reizung der Nerven der Niere die Arterien verengert, durch ihre Paralyse dagegen erweitert und die

Widerstände dadurch verändert werden. Die Koncentration des Blutes a die Harnkanälchen ergossenen, gelösten Stoffen wird die Stärke der Diffu scheinungen in den gewundenen Kanälchen reguliren und damit auch d menge und die Menge der im Harn enthaltenen Stoffe vermehren oder ver Alles, was den Blutdruck in den Glomerulis vermindert, vermindert auch d sekretion. Daher wirkt mangelnde oder zu geringe Wasseraufnahme verm Ebenso Schwächung der Herzthätigkeit bei Herzleiden, vor allem Blutv (J. Ranke), welche die Harnausscheidung ganz sistiren können. Von N einfluss auf die Nierenthätigkeit ist, wie oben erwähnt, zun vasomotorischer nachgewiesen, welcher durch Lumenveränderung Gefässen die Druckverhältnisse in den Glomerulis regeln kann. Nach steigert Vagusreizung den Blutzufluss zur Niere, die Vene schwillt an, wird heller, karmoisinroth. Umgekehrt fand er den Erfolg bei Reizung der nicus major.

Das beständig abgesonderte und nachrückende Sekret scheint de warum der Harn aus den gewundenen in die gestreckten Kanälchen und in das Nierenbecken gelangt. Ein Rücktritt in die Papillenöffnung ist u da ein gesteigerter Druck im Nierenbecken die Mündungen der Harnkan Papille zusammenpressen muss. Auch in den Harnleitern wird der H die Schwere und den Druck des beständig abgesonderten, von hinten rückenden Harnes bewegt. Dabei sind peristaltische, nach Engelmann au erregte Kontraktionen ihrer Muskelwände mit thätig.

In der Blase ist ein ähnlich einfacher Verschluss für die Harnleiterm vorhanden wie in den Nierenbecken für die Harnkanälchen. Die Harnleit bohren die Blasenwand schief; jede gesteigerte Ausdehnung der Blas die Flüssigkeit zurückzupressen strebt, presst daher die Ureterenmündun wendig zusammen. Die Elasticität der Prostata beim Manne, sowie kulöse Sphincter vesicae, der durch die Elasticität elastischer Fasern unterstützt wird, hindern den unwillkürlichen Heraustritt aus der B Spannung der gefüllten Blase erregt den Drang zum Harnlassen, der d in die Harnröhre gelangten Urintropfen gesteigert wird. Das Harnlassen s durch die Bauchpresse eingeleitet, durch starke reflektorische Kontrak Blasenwand (Detrusor urinae) vollendet. Die Kontraktionen der Bla können das Blasenlumen vollkommen verschliessen; sie werden durch siblen Reiz hervorgerufen, welchen der auf die Harnröhrenschleimhaut g Harn ausübt. Die Muskeln, welche die Harnröhre umgeben (namentli cavernosus), pressen die Flüssigkeit aus letzterer aus. Der Verschluss d ringsmuskels soll ein tonischer, also durch fortwährenden Nerveneinflus gerufener sein (Heidenhain u. A.). Andere leugnen den tonischen Kontra stand (z. B. Wittich) oder das Vorhandensein des Blasensphincters selbst

Die Blasennerven verfolgte Budge in den Lendentheil des Rückenmarks, Va Gehirn. Bei Rückenmarksdegeneration stellt sich häufig Lähmung der Blasenmusk dadurch Harnverhaltung. Die peristaltischen Kontraktionen der Ure laufen beim Kaninchen mit einer Geschwindigkeit von 20—30 Mm. in der Sekunde v gegen die Blase zu (Engelmann). Im Leben werden sie an den Ursprung des Ur den Reiz des eindringenden Harns reflectorisch hervorgerufen. Auch künstliche Kontraktionen hervor, welche dann von der gereizten Stelle aus sich nach be

flanzen. ENGELMANN sah die Kontraktionen auch an Ureterstücken ablaufen, an denen ine Nerven und Ganglien auffinden konnte. ENGELMANN denkt zur Erklärung an auto-sche Muskelkontraktionen und Fortpflanzung des Reizzustandes durch Muskelleitung.

Die Chemie des Harns.

Organische Harnbestandtheile.

arnstoff. Unter den Stoffen, welche der Harn aus dem Blute abscheidet, steht an htigkeit der Harnstoff obenan. Er ist ein ebenso gefährliches Gift für den Organis- wie die Kohlensäure. Seine Abscheidung aus dem Blute ist für den Fortgang des Lebens Nothwendigkeit, da er, in grösseren Quantitäten im Blute aufgehäuft, schliesslich vom rne aus eine Lähmung des gesammten Reflexmechanismus des Rückenmarkes und den hervorzurufen vermag. Bildungsherde des Harnstoffs sind die Leber (MEISSNER) und Lymphdrüsen; bei Kindern, bei denen die Verdauungsorgane, namentlich die Leber, ältnissmässig sehr stark entwickelt ist, sehen wir die tägliche Harnstoffmenge, auf das rgewicht bezogen, relativ grösser, fast doppelt so gross als bei Erwachsenen (1 : 1,7), so verhält sich die Harnsäure. Doch bewirkt schon die relativ grössere Blutmenge von dern einen bedeutenderen Stoffwechsel.

n 24 Stunden scheidet ein Erwachsener etwa 30—40 Grammen Harnstoff bei gemischter, licher Nahrung aus. Ist die Nahrung gerade hinreichend, den täglichen Verlust an rstoffen zu decken, so wird in 24 Stunden im Harnstoff ziemlich genau soviel Stickstoff eschieden als in der Nahrung zugeführt und verdaut wurde. Diese von VOIT und BI-FF am Fleischfresser und an Vögeln, von HENNEBERG für das Rind gewonnene Thatsache nte ich auch für den gesunden Menschen erweisen.

Die Harnstoffausscheidung hat man vielfach nach Geschlecht, Alter, Körpergewicht, eren Lebensbedingungen, Temperatur etc. schwanken sehen; betrachtet man die Ver-isse näher, so ergiebt sich aber, dass der Hauptregulator für die Harnstoffausscheidung die ährungsweise ist. Es finden hiernach enorme Schwankungen statt. Während bei länger rndem Hunger die Harnstoffausscheidung endlich auf eine untere Minimalgrenze herab-t, bei der nur einige Grammen täglich ausgeschieden werden, kann bei krankhaft ge-gertem Hunger und dem entsprechender Nahrungsaufnahme, wie z. B. im Diabetes (der kerharnruhr) die täglich ausgeschiedene Harnstoffmenge 100 Grammen und mehr er-hen. Durch meine Untersuchungen wurden beim Menschen die Nahrungseinflüsse zum en Male auf die Harnstoffausscheidung mit aller Sicherheit nachgewiesen, da es mir st gelang, die vom Menschen aufgenommene Nahrung in ihrer chemischen Zusam-setzung vollkommen genau zu kontroliren. Meine Untersuchung bezieht sich auf ein ndes, männliches Individuum von 24 Jahren.

Die geringsten Mengen von Harnstoff sah ich am zweiten Hungertage: 17,02 Gramm und stickstofffreier Nahrung: 17,1 Gramm in 24 Stunden ausgeschieden. Bei krankhaft lange fortgesetzter fast vollkommener Inanition sah SEEGEN die 24stündige Harnstoffmenge s erwachsenen Weibes sogar auf 6,1 Gramm sinken. Die grösste Menge bei reiner Fleisch-rung fand ich zu 86,3 Gramm in 24 Stunden. Meine Minimalzahl verhält sich zur Maxi-zahl wie 1 : 5. Aus meinen Untersuchungen am Menschen ergeben sich ganz entsprechend von BISCHOFF und VOIT am Fleischfresser gewonnenen Resultaten folgende Sätze für die ängigkeit der Harnstoffausscheidung von der Nahrungseinnahme. 1) Bei vollkommen her Stickstoffzufuhr in der Nahrung während mehrerer Versuchstage findet anfangs eine hselnde Harnstoffausscheidung statt, erst nach einigen Tagen wird sie ziemlich gleich-sig. Dann ist die im Harnstoff ausgeschiedene Stickstoffmenge der in der Nahrung zu-hrten und verdauten ziemlich genau gleich. 2) Im Hunger wird das Minimum von stoff ausgeschieden, doch ist in den ersten Hungertagen die ausgeschiedene Harnstoff-

menge verschieden nach der dem Hunger vorausgegangenen Ernährungsw
3) Durch Nahrungszufuhr allein, abgesehen von ihrer Zusammensetzung wird
stoffausscheidung nicht gesteigert. Bei rein stickstofffreier Kost sinkt die Harnst
auf und selbst unter das bei Hunger beobachtete Minimum. 4) Steigerung der S
zufuhr in der Nahrung steigert die Harnstoffausscheidung. Doch steht wenigstens
der ersten 24 Beobachtungsstunden die Steigerung der Ausscheidung nicht in einem
Verhältnisse zur Steigerung der Zufuhr. 5) Steigerung der Stickstoffzufuhr verme
nur am betreffenden, sondern auch noch am folgenden Tage die Harnstoffauss
Hunger bewirkt umgekehrt noch für den folgenden Tag Minderung.

Ausser diesen Einflüssen auf die normale Harnstoffausscheidung sehen wir
auch noch die Blutmenge und die Wasseraufnahme in der Nahrung für die Quan
selben von Einfluss. Gesteigertes Wassertrinken mehrt die Harnstoffausscheid
etc.). Ebenso die Zufuhr von Kochsalz (BISCHOFF, KAUPP, VOIT etc.).

Eine Reihe von älteren Angaben über Vermehrung oder Verminderung der
abgabe wurde von VOIT als irrig widerlegt: so die vielgemachte Behauptung, d
anstrengung die 24 stündige Harnstoffausscheidung der geleisteten Arbeit entsprech
oder dass Kaffeegenuss dieselbe herabsetze.

Bei Nahrungsaufnahme steigt die Harnstoffausscheidung während der Verdau
bedeutend, um dann wieder zu sinken. Soviel Mahlzeiten, soviel Erhebungen
Kurve der Harnstoffausscheidung auf die Zeit bezogen (VOIT u. A.). Ebenso ist
Wasserausscheidung im Verhältniss zum genossenen Getränke. Auch bei dem h
Individuum zeigen sich Schwankungen, die sich nur aus inneren Schwankungen
nischen Vorgänge im Körper während des Tages erklären lassen. Gegen Nach
reicht die Harnstoffausscheidung hiebei ein Maximum (BECKER). Von Morgens
sie aber zuerst konstant zu sinken (C. VOIT, J. RANKE). Die Erklärungen für alle
gaben ergeben sich aus den Gesetzen der Ernährung.

Die **Harnsäure** wird in sehr viel geringeren Mengen ausgeschieden als der
bei dem Erwachsenen etwa 0,5 Gramm im Tage Im Uebrigen zeigt sie eine me
Uebereinstimmung mit dem Harnstoffe in ihren Ausscheidungsverhältnissen, wie
HEINRICH RANKE und ich gezeigt haben. Die Ausscheidung der Harnsäure ist am
bei Hunger und bei stickstoffloser Nahrung (Zucker). Sie steigt bei Pflanzenkost
Fleischnahrung am bedeutendsten. Ich fand, dass die Harnsäureausscheidung in
stimmten Verhältnisse stehe zur Harnstoffausscheidung: beide Stoffe werde
bestimmten Proportion ausgeschieden, und zwar ist das Verhältniss, wenn die a
dene Harnsäuremenge = 1 gesetzt wird, im Mittel:

Harnsäure-Harnstoff-Verhältniss = 1 : 45.

Die Schwankungen in der täglichen Ausscheidungsgrösse sind also denen der
ausscheidung kongruent. Die geringste Menge während 24 Stunden beobacht
Hunger: 0,24 Gramm, die grösste bei übermässiger Fleischnahrung 2,11 Gramm
mir am Gesunden noch niemals beobachtete Quantität. HEINRICH RANKE fand b
nahrung in 24 Stunden etwa 0,9 Gramm, ich im Durchschnitt bei vorwaltender
1 Gramm, bei gemischter wie HEIHRICH RANKE 0,7 Gramm. Man hat früher ei
verhältniss zwischen Harnsäure- und Harnstoffausscheidung in der Art angenom
da die Harnsäure ein niedereres Oxydationsprodukt der stickstoffhaltigen Körp
theile sei, sie dann in gesteigertem Maasse auftrete, wenn die Oxydationsbedin
Organismus gestört seien, der Harnstoff sei dann entsprechend vermindert. D
beobachtete Proportionalität der Harnsäure- und Harnstoffausscheidung sprechen
diese Annahme, wenn auch die Chemie eine Bildung von Harnstoff aus Harnsäur
lich lehrt. Gefütterte Harnsäure soll als Harnstoff im Harne erscheinen.

Kreatin und **Kreatinin** kommen stets im Menschenharne vor, und zwar etw
selben Mengenverhältnissen wie Harnsäure, etwa 0,7 Gramm bis 1 Gramm.

schwankt mit dem Stickstoffgehalte der Nahrung wohl in analoger Weise wie die äure.

Hippursäure hat erst neuestens durch Meissner und Shepard eine gründliche Unterng in Beziehung auf ihre Entstehungsweise im Organismus erfahren. Sie ist im der Pflanzenfresser in ziemlich bedeutenden Mengen enthalten; auch im mensch- Harne scheint sie vielleicht niemals ganz zu fehlen, wie die neuesten, mit verbesserten den angestellten Versuche zeigen. Bei vorwiegender Fleischdiät entzieht sie sich aber obachtung, sie beträgt dann nach den genannten Autoren nur kaum 0,008%. Auch rne des Fleischfressers kommt stets eine ähnliche geringe Menge dieses Stoffes vor. r diesem normalen, den normalen Oxydationsbedingungen der stickstoffhaltigen Körstandtheile entsprossenen Gehalte des Harnes an diesem Stoffe sind wir im Stande, Stoff zu erzeugen durch Genuss von Vegetabilien und von Benzoësäure, die sich mit zu Hippursäure verbindet (cf. S. 70).

n kann bekanntlich diese Verbindung des Glycins mit Benzoësäure auch ausserhalb des ismus erreichen, wenn man beide Stoffe in zugeschmolzenen Röhren auf 160° — 180° C. t. Andererseits zerfällt durch Säuren und Alkalien, sowie unter Einwirkung der Gähz. B. im faulenden Harn die Hippursäure in Benzoësäure und Glycin.

hne und Hallwachs behaupteten, dass die Paarung des Glycins mit der Benzoësäure te vor sich gehe, und zwar scheinen ihre Experimente zu beweisen, dass dazu das der Glycocholsäure, das in der Leber entsteht, verwendet wird. Meissner und ad konnten dagegen im Blute der Pflanzenfresser keine Hippursäure auffinden, auch sie im Harn reichlich enthalten war. Sie behaupten daher, dass sich die Hippursäure den Nieren bilde, und halten dazu die Betheiligung des Leberglycins nicht für nothg.

der Kutikularschichte der Pflanzen findet sich ein Stoff, welcher von Pflanzenfressern t werden kann, obwohl er chemisch unlöslich ist, und aus dem Hippursäure entsteht. r Stoff ist der Hauptgrund für das Auftreten der Hippursäure in grösserer Menge in Harn der Pflanzenfresser. Die inneren Pflanzentheile in den Wurzeln z. B. enthalten Stoff nicht; man kann durch Futter aus solchen die Hippursäureausscheidung unteren. Dieser Stoff der Kutikula hat in seiner Zusammensetzung einige Aehnlichkeit mit Zimmtsäure, aus der ebenfalls Hippursäure im Organismus entsteht.

eissner und Jolly konnten auch Bernsteinsäure im Harne nachweisen, ebenfalls nur nimalen Mengen.

ucker zeigt sich nach Brücke im Harne in äusserst geringen Spuren normal.

ie Harnfarbstoffe sind verschieden (cf. S. 75); die Harnfarbe wechselt von roth zu gelb, , blau, braun und schwarz.

usser diesen Stoffen werden noch Extraktivstoffe beschrieben, ein Gemisch unbestimmhemischer Materien.

eubauer fand stets Spuren von Ammoniak im frischen Harne.

Anorganische Harnbestandtheile.

hlor. Von den anorganischen Bestandtheilen, die durch den Harn aushieden werden, hat bis jetzt das Chlor die genaueste Untersuchung erfahren. Auch das Chlor in der Nahrung des Menschen vollkommen ausgeschlossen war, blieb nach Untersuchungen von Wundt der Harn des Menschen noch chlorhaltig. Am 5. Tage des uchs erschien aber zum Beweise, wie bedeutend die Störung in der Harnausscheidung h den Kochsalzhunger ist, Eiweiss im Harne. Die Ausscheidung des Chlors richtet in ihren quantitativen Verhältnissen vor allem nach der Aufnahme desselben in der Nah- sodass man von einem Normalgehalt des Harns an Kochsalz nicht sprechen kann. In en an mir selbst angestellten Beobachtungen schwankte die Kochsalzmenge im Harn

von 4,83—33,8 Gramm in 24 Stunden. KAUPP sah die im Harne enthaltene Menge hoch steigen, da er nur im Stande war, während 24 Stunden 33,6 Grammen in der zu nehmen, ohne dass Störungen in der Kothbildung (Abweichen) eingetreten Mittel aus einer 12 Tage fortgesetzten Versuchsreihe, wobei jenes Kochsalzmaxim reicht wurde, ergab sich ihm für die 24 ständige Kochsalzausscheidung im Harn 17,1 Die niedrigste Zahl von 4,8 Gramm beobachtete ich an einem Hungertage, an dem Nahrung (während 48 Stunden) aufgenommen wurde; die höchste bei möglichst Ernährung, bei welcher der Salzgenuss dem Geschmacke überlassen war. Die tung war an letzterem Tage trotz der enormen Kochsalzzufuhr nicht gestört. salzausscheidungen in 24 Stunden schwanken bei gewöhnlichen Verhältnissen zw und 23 Gramm.

Bei ganz gleichbleibender Kochsalzzufuhr in den Organismus zeigt nach allen tungen an Thieren und Menschen, auch wenn kein Kochsalz durch Haut und Darm die tägliche Kochsalzausscheidung im Harne gewisse Schwankungen nach auf- oder VOIT fand, dass der Organismus keine gleichbleibende Aufnahmsfähigkeit für Koch sitzt. Auch der Gehalt der thierischen Flüssigkeiten an diesem Stoffe ist kein bleibender. Der Organismus kann bei gesteigerter Kochsalzzufuhr Kochsalz in sein und Organen aufspeichern. Bei geminderter Kochsalzmenge in der Nahrung ka gegen von diesem aufgespeicherten Vorrath abgeben. So kann es kommen, weniger, das andere Mal mehr Kochsalz in 24 Stunden im Harne erscheint als in rung, die während der Zeit genossen wurde, enthalten war. Meist verlässt aber genommene Kochsalzmenge den Organismus schon nach sehr kurzer Zeit wied einer salzreichen Nahrung sind die entleerten Harnmengen sehr kochsalzreich.

VOIT hat gezeigt, dass in grösserer Menge aufgenommenes Kochsalz die Eiweiss und damit die Harnstoffausscheidung etwas steigere. Durch gesteigerten Koch wird auch die ausgeschiedene Harnmenge vergrössert. Das Kochsalz wirkt wie and harntreibend.

Bei dem Menschen hat die Schweissbildung auf die Menge des ausgegeben salzes im Harne einen nicht unbedeutenden Einfluss. Bei längerer Zeit gleichbl Kochsalzzufuhr, bei welcher eine gleichbleibende Kochsalzausscheidung im Harn war, nahm ich ein Schwitzbad, in welchem während 17 Minuten der Körper um 12 = $2^1/_2$ Zollpfund an Gewicht durch Schweissbildung abgenommen hatte.

Kochsalzgehalt des Harnes am Tage vor dem Schwitztag	9,1	Gramm.
,, ,, ,, am Schwitztag . .	6,8	,,
,, ,, ,, am Tage nach dem Schwitztag	10,2	,,

GENTH, welcher derartige Versuche, bei Bewegung, bei welcher geschwitzt w stellte, bekam ähnliche, aber weniger grosse Differenzen. Den grössten Untersch ihm folgender Versuch: ohne Bewegung 9,5, mit Bewegung 8,3 Gramm Chlor. salz wird also bei Schweissbildung zum beträchtlichen Theile durch die Haut ent dass eine Abnahme im Harne eintritt. Aehnlich wirken auch pathologische E die plötzlich aus dem Blute abgegeben werden.

Das im Harn enthaltene Chlor ist nicht immer alles an Kochsalz gebunden geringerer Theil scheint mit Kali, Kalcium und Ammoniak vereinigt zu

Die Schwefelsäure und Phosphorsäure des Harnes stammen von der Zersetzung der oder leimgebenden Stoffe der Gewebe und der Nahrung oder aus anorganischen welche mit den Nahrungsstoffen eingeführt werden. Nicht aller Schwefel der haltigen Körperstoffe wird aber zu Schwefelsäure oxydirt; ein geringerer Theil geht als Taurin ab, ein anderer im Harn als ein anderer schwefelhaltiger Körper (cf. unter Schwefelwasserstoff im Harn). Im Allgemeinen gilt für die Ausscheid Aufnahme der Salze dieser Säuren das gleiche Gesetz, wie wir es bei den Chlor gelernt haben.

Da die Schwefelsäure, die Phosphorsäure und der Harnstoff zum grossen T

n Ursprung haben, nämlich die Eiweisszersetzung, so ist meist auch mit einer Stei- des einen in normalen Fällen, wenn nicht durch störende Zusätze zur Nahrung oder mentöse Darreichung Aenderungen hervorgerufen werden, eine Steigerung der an- verbunden. Im Hunger sinkt die Schwefelsäure- und Phosphorsäureabscheidung wie die Harnstoffabscheidung. Am meisten werden ausser durch Einführung schwefel- osphorsaurer Salze in der Nahrung die Ausscheidungen der beiden Säuren durch nahrungen gesteigert. Die Steigerung der beiden Säuren im Harne durch Einfüh- on Salzen derselben wird dadurch beschränkt, dass der Darm nur eine kleine, be- Menge, etwa 4—6 Gramm, ohne Störung aufnehmen kann. Die beiden Säuren sind rne sowohl an Alkalien als an Erden gebunden. Nach Fleischgenuss überwiegt das re-phosphorsauere Kali im Harne sehr bedeutend.

Schwankungen in der Quantität der Ausscheidung sind bei Schwefel- und Phosphor- in 24 Stunden etwa ebenso bedeutend, wie die des Harnstoffs. GENTH u. A. fanden mischter Kost annähernd gleiche Mengen der beiden Säuren im Harn. Schwefel- 2,5—3,3, Phosphorsäure: 3,6—5,1 Gramm in 24 hor. Diese Zahlen sind bei den etwa als die normalen Mengen zu betrachten für die tägliche Ausscheidung. Wie aber die Schwankungen je nach dem Wechsel der Nahrung sich ergeben können, meine Bestimmungen bei einer Aufnahme von 1832 Gramm fettfreiem Fleisch im Die hiebei gefundenen Zahlen können wohl als Maximalzahlen für die physio- ch mögliche Steigerung dieser Ausscheidungen ohne Darreichung von schwefel- n und phosphorsaueren Salzen in der Nahrung betrachtet werden. Ich fand in nden:

Schwefelsäure 6,8 Gramm
Phosphorsäure 8,0 ,,

hen den bisher angeführten Säuren: Kohlensäure, Salzsäure (Chlor), Schwefelsäure, horsäure, finden sich noch im Harne geringe Mengen von Oxalsäure, vielleicht konstant, und Kieselsäure.

anorganischen Basen des Harns sind mit den Säuren meist zu saueren Salzen nden. Das saure phosphorsaure Natron hält den oxalsauren Kalk und die Harnsäure rne in Lösung.

Reaktion des Harnes ist normal meist eine sauere. Sie rührt von den im Harne rschenden saueren Salzen her, vor allem von dem saueren phosphorsaueren n. Diese saueren Salze werden aus dem basischen phosphorsaueren Natron durch wesenheit der organischen Säuren des Harns: Harnsäure, Hippursäure, auch der nsäure, erzeugt, welche einen Theil der Basen für sich in Anspruch nehmen. Ebenso hen sauere Salze in allen Säften des Körpers, wo freie Säuren vorhanden sind. lich kann die Reaktion des Harnes sauer gemacht werden durch den Genuss freier n, sowohl anorganischer wie organischer. Auch Ammoniaksalze machen, da sie zu ersäure im Organismus oxydirt werden, den Harn sauer. Nach mässigem Fleisch- ist es vor allem das sauere phosphorsauere Kali, das die sauere Reaktion des Harns t.

r Harn kann aber auch bei ganz gesunden Menschen alkalisch reagiren. Der Harn nzenfresser ist immer alkalisch. Die alkalische Reaktion findet sich bei dem Menschen bermässiger Nahrungsaufnahme während der Zeit der Verdauung. B. JONES stellte für gemischte Kost fest, aber auch nach reiner Fleischnahrung wird die Reaktion al- . Bei einem meiner Versuche wurden Mittags 1½ Uhr 1281 Gramm fettfreies Ochsen- gegessen. Den um 4 Uhr Nachmittags entleerten Harn fand ich stark alkalisch, ebenso n 8 Uhr Abends. Der folgende Morgenharn zeigte sich stark sauer.

rch den Genuss von kaustischen und kohlensaueren Alkalien kann man ebenfalls will- die sauere Harnreaktion in eine alkalische umwandeln. Schon eine Stunde nach enuss von kohlensauerem Natron findet sich der Harn alkalisch. Ebenso wie kohlen- Alkalien wirken die meisten organisch saueren Alkalien, da sie im Organismus zu koh-

lensaueren verbrannt werden. Die alkalische Reaktion des Pflanzenfresserhar
den in so reichlicher Menge in der Nahrung aufgenommenen organisch sauere

Die Wasserabgabe durch den Harn richtet sich, wie aus den Bemerkungen übe
der Harnabsonderung hervorgeht, vor allem nach dem genossenen Wasser.
in denen der Biergenuss gewöhnlich ist, ist das täglich ausgeschiedene mitt
men ungemein viel grösser als in Gegenden, in denen diese Sitte nicht
mehr Wasser entleert wird, desto mehr feste Stoffe (Harnstoff, Salze etc.)
Organismus durch den Harn, sie werden aus den Geweben ausgeschwem
durch den durch gesteigerte Wasseraufnahme vermehrten Säftestrom durch
grösseren Quantitäten gebildet (Voit). Umgekehrt wird durch die gesteiger
Salzen, welche den Organismus nur gelöst im Harn verlassen können, z. B.
u. a. m., dem Organismus eine grössere Wassermenge entzogen. Dasselbe ist
durch gesteigerte Zersetzung sehr viele aus den Geweben gelöst abzuführende
wurden. So kommt es, dass starke Fleischnahrung die Wasserabgabe ung
Dann ist zeitweilig die Wasserausscheidung durch dieNieren von der Wass
Nahrung unabhängig, sodass unter Umständen weit mehr Wasser im Harn
den wird, als Getränk zugeführt wurde. So kann es kommen, dass in Folge s
genusses der Körper durch Wasserabgabe eine bedeutende Gewichtsabn

Bei einem von mir am Menschen angestellten Versuche, bei welchem 1832
gegessen wurden, wurden 3073 Kub.-Cent. Harn in 24 Stunden entleert
dass 3371 Kub.-Cent. Wasser während der Zeit getrunken wurden, vermin
Gewicht des Körpers noch um 146 Gramm. Noch weit grösser fand ich de
lust durch übermässige Fleischnahrung in zwei anderen Versuchen. In dem
zu 2009 Gramm Fleisch 1400 Kub.-Cent. Wasser getrunken. Die ausgeschied
betrug 2260 Kub.-Cent., die Körpergewichtsabnahme, zumeist durch Wass
ursacht, 1179 Gramm in 24 Stunden. In dem dritten Versuch betrug die A
Wasserverlust in 24 Stunden 1085 Gramm, also mehr als 2 Zollpfund trotz e
von 1281 Gramm Fleisch. Umgekehrt vermehrt den Wassergehalt des
eine stickstofflose Nahrung, eine solche setzt die Wasserabscheidung in den
Als Beispiel führe ich auch eine am Menschen von mir gemachte Beobachtung
bei Aufnahme von 1321 Kub.-Cent. Wasser neben 300 Gramm Stärke, 100
und 150 Gramm Fett, im Harn nur 758 Kub.-Cent. Wasser entleert, das
nahm an diesem Tage zu um 297 Gramm. Voit konnte eine Wasserzunahm
durch Brodfütterung an Fleischfressern (Katze) durch Wasserbestimmung in
direkt nachweisen.

Nach starken Muskelkrämpfen fand ich die Wasserabgabe durch die Nie
während des Krampfs sehr beträchtlich vermindert. Es hängt diese Veränd
von der durch allgemeine Muskelkrämpfe veränderten Blutvertheilung im Körpe
wobei das Blut in erhöhtem Masse in die Muskeln strömt und dadurch den
gen wird.

Cl. Bernard entdeckte einen rein nervösen Einfluss auf die Wass
dung. Er lehrte die Harnausscheidung vermehren durch Verletzung des ver
kes ganz nahe der Stelle, durch deren Verletzung die Zuckerausscheidung
mehrt wird.

Die täglichen Harnmengen schwanken sehr; normal von etwa 5
aufwärts bis zu mehreren tausend, bei Harnruhr bestimmte ich sie zu 25
50 Zollpfund. Seegen sah die tägliche Harnmenge bei lange krankhaft fortge
und geringster Flüssigkeitszufuhr bei einer erwachsenen Frauensperson im Mi
125 Kub.-Cent. sinken. An mir selbst sah ich sie bei vollkommener Gesundh
mässige Flüssigkeitsaufnahme schwanken von 750 Kub.-Cent., bei vollkom
rungs- und Flüssigkeitsenthaltung, bis zu jenen oben als Effekt der Fleischnah
ten 3073 Kub.-Cent., also von $1\frac{1}{2}$—6 Zollpfund am Tage. Das Mittel beträgt b

ännern bei reichlicher Zufuhr von Flüssigkeiten etwa 1600 Kub.-Cent. in 24 Stunden. auen ist das Mittel im Allgemeinen, da sie meist weniger zu trinken pflegen als die er, geringer. Die Schwankungen der Wasserabscheidung im Harne während verdener Tagesstunden, die stündlichen Harnmengen zeigen sich im Allgemeinen übermmend mit den Schwankungen der Harnstoffabgabe und der Ausscheidung der anderen estandtheile.

e **Harnfarbe.** Je koncentrirter der Harn ist, desto stärker zeigt er sich auch im Allnen gefärbt. Der sehr koncentrirte Morgenharn direkt nach dem Aufstehen ist n am dunkelsten gefärbt. Nach Krämpfen ist der Harn, weil sehr verdünnt, meist auch hell. Fast wasserhell ist er bei Harnruhr.

wöhnlich ist der Menschenharn durchsichtig und hell. Auch bei vollkommen Gesuncheidet sich aber häufig bei koncentrirten Harnen (Morgenharn) ein Niederschlag aus, n saueren Harn aus harnsaurem Ammoniak und harnsauerem Natron, hie und da auch einer Harnsäure (?) besteht. Ist der Harn alkalisch, ein Zustand, den ich bei einem gesunden jungen Manne, der reichlich Fleisch zu essen pflegte, fortgesetzt beobachso scheiden sich phosphorsauerer Kalk und Magnesia aus, die ich öfter zuerst als schile Haut auf der Oberfläche des Harns erscheinen sah.

s **specifische Gewicht** des Harnes ist, wie schon einleitend angeführt, nach Vogel im Mittel 1020 das Wasser = 1000 gesetzt. Die physiologischen Schwankungen beim hen sind auch hier sehr gross. Nach meinen Beobachtungen an Gesunden ist das ziemlich (viel niedriger: 1015,4. Die niedrigste Zahl fand ich bei mir bei Hunger, aber eine sehr grosse Harnmenge entleert wurde) 1007,5. Bei einem viel Wasser nden Landschullehrer beobachtete ich 1003, der Harn war kaum gefärbt. Das höchste ir beobachtete normale, specifische Gewicht betrug 1026,5. Man kann nach Trapp annd die festen Stoffe des Harnes in Procenten berechnen aus dem specifischen Gewicht. chneidet die drei ersten Zahlen des spec. Gew. des Harnes durch ein Komma von der den folgenden ab und subtrahirt dann Hundert. Der Rest wird verdoppelt und giebt die gesuchte Procentzahl der festen Stoffe des Harns. Bei 1020 würde man also das n setzen nach der Zahl 2 also 102,0, nun würden Hundert davon abgezogen, es bleiben 2,0, diese Zahl giebt verdoppelt die festen Stoffe in Procenten = 4,0 %. Die Rechnung mit der Beobachtung ziemlich genau. Aus einer grossen Anzahl von Beobachtungen ich das mitgetheilte spec. Gew. des Harnes 1015,4 ab. Nach Trapp'schen Formeln nen sich die Procente der festen Stoffe zu 1,54 × 2 = 3,1 %; die direkt gefundene ahl ergab nur 3,8 %.

Gesammtmenge der durch den Harn entleerten festen Stoffe schwankt entsprechend rhergehenden Angaben natürlich ebenfalls ungemein. Beim Menschen fand ich bei mmener Nahrungsenthaltung als niederste Zahl 25 Gramm in 24 Stunden. Als Maxihl bei Fleischgenuss (1832 Gramm) 132,7 Grammen im Tage. Als Normalzahl erich etwa für den Tag 50 Gramm = 1/10 Zollpfund. Durch gesteigerte Wasserabgabe in ieren wird die ausgeschiedene Gesammtmenge fester Stoffe, wie jeder dieser Stoffe h, gesteigert. Während bei Hunger einmal in 832 Kub.-Cent. Harn 25 Gramm in 24 n abgeschieden wurden, fand ich z. B. ebenfalls bei Hunger aber mit 2234 Kub.-Cent. 39,3 Gramm feste Stoffe. Starke Schweissbildung vermindert die Ausscheidung der Stoffe (durch Kochsalzabgabe vor allem) nicht unbeträchtlich. Bei der gleichen Kochfuhr fand ich in 5 Tagen vor dem Schwitztag im Mittel 61,1 Gramm feste Stoffe, den ach dem Schwitztag 57,6 Gramm, am Tage, an welchem das oben schon erwähnte tzbad genommen wurde, nur 46,2 Gramm. Trotz der gleichen Nahrungszufuhr sind glich ausgeschiedenen festen Stoffmengen doch ziemlich bedeutenden Schwankungen worfen, es spiegeln sich in diesen Schwankungen alle die Einflüsse, welche die Harnsscheidung und die Salzausscheidung erfährt. Eine solche Reihe ergab mir bei ganz er Kost die Werthe:

56,5; 59,7; 65,4; 62,4; 67,1; 54,0; 46,2 (Schwitztag); 57,6.

Historische Bemerkungen.

Der Harn hat schon bei den ältesten Aerzten genaue Beachtung gefun Schriften des HIPPOKRATES finden sich zahlreiche praktische Bemerkungen Gegenstand. Auch die Chemiker haben sich bald und vielfältig mit diesem beschäftigt. Die ersten genauen chemischen Versuche wurden von VAN H stellt, sie finden sich in seiner Abhandlung über Steinbeschwerden. AETI LIAN hatten wie die anderen alten Aerzte die Blasensteine für wirklich Sand genommen und sie daher λίθος, λιθίασις genannt, CELSUS und PLIN Calculus und Sabulum, PARACELSUS Duelech. VAN HELMONT suchte zuerst zu beweisen, dass die Bestandtheile, aus welchen die Blasensteine gebildet angetroffen werden. Er verglich ihre Bildung mit der Krystallisation des W dem Weine. HALES, BOYLE, BOERHAVE u. v. A. haben sich mit diesem Gegensta Der erste richtige Begriff ihrer Natur wurde von SCHEELE 1776 gegeben, der i die er untersuchte, die Harnsäure, die er Blasensteinsäure nannte, als we standtheil auffand, und die er nachher auch im Harn nachweisen konnte. BERGM Harnstein aus phosphorsaueren Erden bestehend, wodurch er den Beweis füh Konkretionen verschiedene Zusammensetzung haben können. WOLLASTON h fünf verschiedene Arten, nämlich Steine aus Harnsäure, aus phosphorsauer einem Gemenge dieses Salzes mit phosphorsauerer Ammoniak-Magnesia (schme aus reiner phosphorsauerer Ammoniak-Magnesia, aus oxalsauerer Kalkerde (M Die ausführlichste Untersuchung wurde kurze Zeit später von FOURCROY und V öffentlicht, welche die Aerzte aufgefordert hatten, ihnen Proben von Harnste Untersuchung mitzutheilen. Sie fanden in den 5—600 Steinen, die sie untersuch Bestandtheile, welche WOLLASTON vor ihnen angegeben hatte, dazu noch harns und in zwei Steinen einen Gehalt an Kieselerde. PROUST fand einen aus kohlensa WOLLASTON entdeckte 1810 als Blasensteinbestandtheil das Cystin (Cystic oxid fand das Xanthin (Xanthic oxyde), LINDBERGSON die kohlensauere Magnes Harne selbst hatten 25 Jahre nach VAN HELMONT's Untersuchungen BRAN Phosphor dargestellt. BOYLE versuchte eine Harnanalyse, es glückte ihm phor zu erhalten, dessen Bereitung geheim gehalten wurde, und den er einem Apotheker zum Verkauf bereiten liess. Ungefähr gleichzeitig sind die gerühmten Harnuntersuchungen von BELLINI und BOERHAVE. MARKGRAF zeigt, phor von den im Harne sich findenden phosphorsaueren Salzen herrühre. Di einer Reihe vortrefflicher Chemiker beschäftigten sich vorzüglich mit den Harnsalzen. ROUELLE d. J. lenkte 1773 die Aufmerksamkeit auch auf die or standtheile (Harnstoff), die er »seifenartigen Harnextrakt« nennt. Die Entdecku steinsäure, der FOURCROY den Namen Harnsäure (Acidum uricum) gab, wurde s Doch datirt erst von der Arbeit des englischen Chemikers CRUIKSHANK (1797 eigentliche Kenntniss von der Natur des Harns. Er ist der eigentliche Entdec stoffs, der von FOURCROY und VAUQUELIN näher untersucht und benannt wurde. die Veränderungen des Harns in Fiebern, Wassersucht, Diabetes mellitus etc. VAUQUELIN gaben drei Jahre später eine ausführliche Harnanalyse. THÉNARD ga freie Säure des Harns nicht allein Phosphorsäure, sondern auch Essigsäure substituirte dafür Milchsäure. F. WOLFF giebt 1807 in KLAPROTH's chemische als normale Bestandtheile des Harns an: Wasser, Gallerte und Eiweissst mehrere Säuren (Harnsäure, Benzoesäure, Essigsäure), Salze und Schwefel. zuerst Eiweiss im Harn aufgefunden, BERZELIUS giebt an, dass es, wenn auc ein ziemlich häufiger, doch aber kein normaler Bestandtheil sei, man hatte h schen Schleim und Eiweiss keinen genauen Unterschied gemacht. ROUELLE zoësäure im Harn grasfressender Thiere aufgefunden, ebenso den dort reichl saueren Kalk an Stelle des phosphorsaueren Kalks, den SCHEELE zuerst im Harn

e. Die Harnfarbe sollte nach FOURCROY und VAUQUELIN von Harnstoff herrühren, dessen ge sie mit der gesättigteren Farbe zu- und abnehmen sahen.
ERZELIUS führt 1809 als organische Harnbestandtheile an: Harnstoff, freie Milchsäure, lsaures Ammoniak, unbestimmte Extraktivstoffe, Harnsäure, Harnblasenschleim.
IEBIG entdeckte die Hippursäure und ihren Zusammenhang mit der Benzoësäure. Die rsuchungen von BERZELIUS, LIEBIG, DUMAS, WÖHLER u. A. haben vor allem die jetzige tniss des Harns begründet. Kreatin und Kreatinin wurden im Harn zuerst von HEINTZ PETTENKOFER ausgeschieden.

Die Harnanalyse und ihr Werth für den Arzt.

Die alte ärztliche Praxis erkannte dem Harne einen bedeutenden diagnostischen Werth zu. Wenn der Arzt den Puls gefühlt und gezählt, die Hand zur Messung der Temperatur auf Stirne des Patienten gelegt und dessen Zunge besehen hat, so greift er noch heute sogleich dem Harngefässe, dessen Inhalt er mit Sorgfalt betrachtet. Wir sehen aus den gespann- Mienen des Kranken und seiner theilnehmenden Umgebung, wie tief das Bewusstsein der Wichtigkeit der Harninspektion aus der therapeutischen Praxis in das Publikum ein- ungen ist. Einem in der Ferne wohnenden Arzt, der einen Kranken in absentia behan- soll, wird zur Unterstützung der Krankheitsbeschreibung eine Portion Harn übersendet. Wird gar oft jetzt noch vom Arzte besonders auf dem Lande verlangt, dass er auf die nige Besichtigung des Harnes hin seine ärztlichen Maassnahmen treffe. — Es darf auch dieser Stelle nicht vergessen werden, dass diese übertriebenen Anforderungen an den nicht etwa in dem Publikum selbst entstanden sind. Sie sind Ueberreste aus einer Zeit, noch nicht so lange und weit hinter uns liegt, als wir uns schmeicheln, in welcher der , und zwar nicht nur der gewissenlose, es für eine Ehre hielt, wenn es von ihm hiess, er die Krankheiten allein schon aus der Urinbesichtigung erkennen könnte.
Als in den letzten Jahrzehnten die chemische Methode vor allem durch LIEBIG, durch e Schüler und Gegner, in die Medicin und Physiologie eingeführt wurde, war es natür- der Harn, dessen Untersuchung vor allem die Aufmerksamkeit der Aerzte auf sich lenkte. Harn, der diagnostisch so wichtig ist, sollte nach allen Richtungen chemisch durch- cht werden. Man knüpfte die weitgehendsten Hoffnungen an diese Untersuchungen. Vor m erwartete man, neue diagnostische Hülfsmittel von ihm zu gewinnen, aber auch die kannten suchte man durch genauere quantitative Bestimmungen der Harnbestandtheile tiren, auf einen wahrhaft wissenschaftlichen Ausdruck zu bringen.
Die alte Harninspektion hatte sich um die äusseren Verhältnisse, die Nahrungsaufnahme Patienten nicht gekümmert. Es war nicht nöthig, dass die Harnmenge, die man betrach- die Gesammtquantität von einer bestimmten, bekannten Zeit war, jede kleine Portion gte für ihre einfachen diagnostischen Zwecke.
IEBIG hatte leichte Methoden zur Bestimmung der wichtigsten Harnbestandtheile ge- fen, die sich von Jedem, der auch sonst keine chemische Ausbildung besitzt, mit einiger erksamkeit erlernen und ausführen lassen. Zu den LIEBIG'schen kamen bald für andere ähnlich leicht ausführbare analytische Methoden hinzu.
un glaubte sich Jeder berechtigt, bei der quantitativen chemischen Untersuchung Harnes selbst mit Hand anzulegen. Was man bestimmte, wurde auch veröffentlicht. tstand der Wust von chemischen Untersuchungen, auf welche eine Urologie im kenzustande aufgebaut wurde, die wirklich, wie es ihr Name besagt, einen patho- hen, hippokratischen Zug nicht verkennen lässt.
s ging eine Reihe sehr wichtiger Untersuchungen in diesem Gebiete aus berufenen en hervor. Die überwiegende Mehrzahl der Untersuchungen aber verleugnete nicht in Verständniss dessen, was man mit chemischen Untersuchungen erreichen kann, son- sogar eine verständige Fragestellung an die Natur, eine Berücksichtigung der physio-

logischen Verhältnisse, die ja durch die Störungen einzelner Organfunktionen, Krankheiten sich finden, im Principe nicht verändert werden.

Man hoffte, es würde sich für jedes Krankheitsbild auch eine bestimmte Harnes auffinden lassen, sodass die Diagnose direkt aus der Harnanalyse würde. Es schien nur nöthig zu sein, den Harn von Kranken, die an genau Krankheiten litten, zu untersuchen, um ein Normalschema der Zusammensetzung nes für die betreffende Krankheitsform aufstellen zu können.

Vor allem waren es quantitative procentische Bestimmungen maler Harnbestandtheile, die man unternahm. Aber man vergass dabei nur keinen Zweck haben kann, aus einer unbekannt grossen Stoffmenge eine Quanti zunehmen und nun in dieser Portion mit mehr oder weniger Genauigkeit einzel theile quantitativ zu bestimmen. Man kann daraus durchaus keinen Schluss, doch versuchte, auf Vermehrung oder Verminderung der bestimmten Stoffe Krankheitsprocess ziehen

Quantitative Bestimmungen, welche selbstverständlich nur eine Vermehrung derung oder ein Gleichbleiben der Ausscheidungsmengen ergeben können, habe Bedeutung, wenn sie sich nicht nur auf einen grösseren Zeitabschnitt (meist beziehen, sondern auch diesen mit anderen ebenso grossen Zeitabschnitten ver Dass hiebei alle Sorgfalt auf die Bestimmung der Gesammtharnquantität für suchungsperiode zu verwenden ist, versteht sich von selbst. Nur wenn die Ge menge vollkommen richtig bestimmt ist, wenn davon Nichts verloren gegangen quantitative Analyse möglicher Weise einen Werth.

Man glaubte aus der procentigen Zusammensetzung des Harns Schl zu können. Es ist das vollkommen unmöglich. Die grossen Verschiedenheiten serabgabe durch Haut und Nieren, die bei ganz gleichbleibenden inneren Ein Koncentrationsgrad des Harnes auf das Wesentlichste verändern können, mach artigen Versuche illusorisch. Man kann durch unzählige Beispiele nachweise procentige Gehalt des Harnes an einem Stoffe meist gar keinen Aufschluss üb scheidungsgrösse ergiebt, dass eine Abnahme des Procentgehaltes in unzähl geradezu mit einer Steigerung in der Gesammtausscheidungsquantität verbunde

Wir haben z. B. gesehen, dass durch Wassertrinken die Menge des in 24 dem Körper durch die Nieren austretenden Harnstoffs und Kochsalzes geme kann. Der Harn, der dabei ausgeschieden wird, ist oft ungemein verdünnt, alleinige Berücksichtigung der procentigen Zusammensetzung trotz der absolut rung in den Ausscheidungen eine sehr bedeutende Verminderung ergeben würd

Wenn schon der Forderung der exakten Aufsammlung der Gesammtmenge d eine längere Zeitperiode bei Kranken nur mit grosser Mühe zu genügen ist, Arzte bei quantitativen Harnanalysen in der dazu nothwendigen Regulirung rung eine kaum zu überwindende Schwierigkeit entgegen.

Die Physiologie lehrt uns, dass die Quantitäten der in einer bestimmten g im Harn ausgeschiedenen Stoffe vor allem von der während derselben Zeit aufg Nahrung abhängig seien. Es entspricht in normalen Körperverhältnissen die Aus menge genau der Nahrungsmenge; wir sehen bei gerade genügender Nahrungsz Gleichgewichtszustand in den Aufnahmen und Ausscheidungen eintreten. D Menge der im Harn ausgeschiedenen Stoffe allein abhängig von der Nahrung.

Eine ähnliche Abhängigkeit von der Nahrung zeigen die Ausscheidungen im in einer mehr indirekten Weise. Die Untersuchungen haben mit aller Sicherh dass die Quantität der Körperausscheidungen, ganz abgesehen von Nahrungsau Hungerzustande) während der Versuchsperiode selbst, abhängig sei von der vora nen Ernährungsweise. Je reicher die Nahrung vorher war, desto reicher zeigt si Harn in der Folgezeit. Alle die tausendfältig, bei jedem Einzelnen wieder ver ewig wechselnden Körperzustände, die wir durch die Nahrungsverhältnisse bed

von Einfluss auf die Harnausscheidung. Wir wissen, dass die verschiedensten Nahssätze je nach den verschiedensten Körperzuständen der Essenden für die Erhaltung Körpers die gleiche Wirkung hervorbringen können, während wir andererseits ebenso g sehen, dass gleiche Nahrungsbedingungen bei verschiedenen Individuen zu den abhendsten Resultaten in Beziehung auf ihren Körper und damit auf die Harnausschei- führen.

iese Einflüsse der Nahrung auf die Harnbildung zeigen sich so mächtig, dass man he zweifeln könnte, ob quantitative Harnanalysen in Krankheiten irgend welche Aufsse ergeben können.

s ist in der Ueberzahl der Fälle — in Spitälern nicht weniger wie in der Privatpraxis — ezu unausführbar, die Krankennahrung so zu regeln, dass sich der Arzt mit der Sicher- wie sie zu einer quantitativen Vergleichung nöthig ist, von ihrer chemischen Zusametzung Rechenschaft geben könnte.

enn man aus einem Mehr oder Minder in der Harnausscheidung Schlüsse auf die ationsverhältnisse im Organismus ziehen will, muss man als erste Bedingung die Quann der eingeführten Stoffe nicht nur approximativ kennen. Und Jeder, der es versucht, finden, wie ungemein schwierig eine genaue chemische Regulirung der Nahrung schon esunden ist.

m zu erfahren, welche Stoffe und welche Quantitäten davon aufgenommen worden genügt es, wie ich gezeigt habe, in den meisten Fällen nicht, nach der Zubereitung peisen, diese der genauesten chemischen Analyse zu unterwerfen. Die Quantitäten sten Nahrungsstoffe, die man zu einer Analyse verwenden kann, sind relativ so klein, wir auch aus mehreren Analysen, geschweige denn aus einer, keine irgend brauchbare ahl erhalten können, da die verschiedenen Schichten derselben Speise vermöge der itungsweise die verschiedenste chemische Zusammensetzung erkennen lassen. Bei Brode leuchtet es ein, dass die Rinde, welche an einer Stelle mehr, an einer andern er bei dem Processe des Backens verändert worden ist, jeder genauen Durchschnittsmung ihrer Zusamensetzung trotzen wird. Bei dem gebratenen Fleische ist der Fett- t in den äusseren Partieen von dem in den inneren um mehrere Procente verschieden, ich ebenso der Stickstoffgehalt, wie mir direkte Untersuchungen ergeben haben. ich ist es bei fast allen Speisen.

s muss also, wenn die Nahrung geregelt werden soll, mit all den Cautelen verfahren en, wie sie bei den Ernährungsversuchen namhaft gemacht worden sind.

as zur Nahrung verwendete magere Fleisch muss auch hier frisch mit der Schere von n sichtbaren Fettpartikelchen befreit werden, damit seine Zusammensetzung möglichst nt ist; alle zur Zubereitung verwendeten Zuthaten, Salz, Fett, Gemüse, Obst, Brod etc. gen die genaueste chemische Analyse. Die Zubereitung muss, damit Nichts verloren (z. B. in den Kochgeschirren anhaften bleibt), von dem Untersuchenden selbst geleitet en. Und schliesslich muss der zu Ernährende das Gekochte vollkommen aufessen, der Rest nicht einer neuen chemischen Analyse unterworfen werden soll.

stellen sich also den quantitativen Harnbestimmungen zu ärztlichen Zwecken Hinsse über Hindernisse in den Weg, welche, so wie die Sachen stehen, kaum überwindheinen.

och giebt es ein Verfahren, welches den aus der Ernährungsweise orgehenden Theil der Schwierigkeiten leichter vermeiden lässt.

s scheint, dass der Arzt mit Aussicht auf Erfolg quantitative Harnysen nur an ganz oder nahezu hungernden Individuen vornehmen e.

ele Körperzustände bei Kranken geben dazu einfache Gelegenheit, da ja so häufig alle ng verweigert wird. In anderen Fällen kann durch Darreichung flüssiger Nahrungs-, die verhältnissmässig leichter chemisch zu untersuchen sind, die Aufgabe wesentlich htert werden. Alles, was flüssig gereicht werden kann, erlaubt nach sorgfältiger Mi-

schung eine Durchschnittsanalyse, die auch einen etwa nicht genossenen Bes[…] seiner chemischen Zusammensetzung berechnen lässt.

Immerhin bleiben auch dann doch grosse Bedenken, welche eine quantitative [A…]lyse nur bei ganz scharfer Fragestellung, bei genauer Ueberlegun[g …] sie leisten soll und kann, mit aller Rücksicht auf das bekannte s[…]kende Verhalten der physiologischen Harnausscheidung von erh[…] Nutzen für den Arzt erscheinen lassen.

Wir werden im Einzelnen noch einmal auf die möglichen Leistungen einer qua[…] Bestimmung der einzelnen, normalen Harnbestandtheile zurückkommen.

Für den Arzt erscheinen die quantitativen Harnbestimmungen von […] Bedeutung, von grosser aber die qualitativen.

Sie stellen sich auf den Boden der alten Harninspektion, welcher, […] Schwindel sie hervorgerufen hat, ein sehr bedeutender, diagnostische[r …] nicht abgesprochen werden kann.

Der Harn zeigt bei verschiedenen Körperzuständen gewisse Veränd[…] welche letztere uns sicher bestimmte und oft ganz unentbehrliche Anhal[…] zur Erkennung des ersteren liefern können. Manche Gesammt- und […] den des Organismus sind geradezu nur aus der Untersuchung des H[…] erkennen.

Ausser den oben genannten normalen Bestandtheilen enthält der […] Krankheiten noch eine Reihe anderer Stoffe: Albumin, Fibrin, Blut[…]stoff, Gallenfarbstoffe, Gallensäuren, Leucin, Tyrosin, […] Zucker, (Inosit), Fette.

Die Farbe, der Geruch, das specifische Gewicht des Harne[…] Veränderungen zeigen, welche gewisse Schlüsse auf Körperzustände […] Es können sich Niederschläge (Sedimente), Zumischung org[…]ter Stoffe in dem Harne vorfinden.

Die Ansicht, dass den einzelnen Krankheitsformen eine bestimmte, […]selbe charakteristische Beschaffenheit des Harns entspreche, gilt nur für […]gen Krankheiten, welche gerade von einer bestimmten Veränderung des […] Verhaltens des Harnes ihre Bezeichnung entlehnen. Natürlich muss […] Albuminurie der Harn Eiweiss enthalten, bei Hämaturie Blut, in der […]harnruhr (Glycosurie oder Diabetes mellitus) Zucker. In anderen Kra[…] wie bei Typhus, Pneumonie etc. ergiebt der Harn an sich kein charakte[…] Zeichen für die Erkennung des Krankheitsprocesses selbst, dagegen kö[…] wisse Komplikationen der Krankheit verändernd auf den Harn einwirken[…]

Häufig vermag die qualitative Harnuntersuchung dem Arzt ganz […] Aufschlüsse zu ertheilen, die besonders dann von Werth sein werden, […] sich um Behandlung Abwesender handelt. Man kann häufig schon […] blossen Ansehen erkennen, dass ein Kranker Fieber hat oder nicht. De[…] des Harnes und seine Farbe verrathen gewisse Speisen oder Arzeneien, […] Kranke zu sich genommen hat: Spargel, Terpentinöl (veilchenartig[…]barber etc. Samenfäden im Harne rühren meist von einer Pollut[…] Coitus her; während der Menstruation enthält der Harn der Frauen Bl[…]perchen in ziemlicher Menge etc.

Gehen wir etwas näher mit Benutzung der Arbeiten von Liebig, Gorup-Besanez, Hoppe-Seyler, Neubauer, C. Voit u. A. auf einige, wichtige Veränderungen des H[…]

der Folge angeführten Titrirflüssigkeiten sind in vielen chemischen Fabriken nchen bei Buchner) käuflich.

rnfarbe. Die normale gelbe Farbe des Harns wechselt unter verschiedenen Umständen ast Farblosen bis zum Rothen und Rothbraunen. Die farblosen Harne deuten auf eine edeutende allgemeine Verdünnung mit sehr geringem specifischen Gewichte, wie sie durch übermässiges Wassertrinken (Wassercuren) erzeugt werden kann. Als Krankeichen findet sich ein fast farbloser Harn bei Zuckerharnruhr, hier aber mit hohem ischen Gewichte verbunden. Dunkle Färbung zeigen koncentrirte Harne z. B. nach eiten, starken Bewegungen mit viel Schweiss und wenig Getränk. Sie setzen meist bei Erkalten ein Sediment ab. Der Arzt nennt sie »hochgestellt«, sie sind charakteh für fieberhafte Erkrankungen. Blasser Harn schliesst mit fast absoluter rheit eine heftigere, acute, fieberhafte Krankheit aus.

e Harnfarbe kann durch Blutfarbestoff verändert werden. Je nachdem mehr oder ger Blut im Harne enthalten ist, wird die Farbe gelbroth, blutroth, braun bis schwarz. achweis des Blutes geschieht vor allem mit dem Mikroskop, welches Blutkörperchen oder weniger verändert nachweist. Bluthaltiger Harn ist auch stets eiweisshaltig.

e Gallefarbstoffe färben den Harn gelbgrün, braungrün, gelbbraun. Um sie nachisen, benützt man die Gmelin'sche Probe. Man bringt in ein Proberöhrchen von dem herein und setzt nun vorsichtig rauchende, koncentrirte Salpetersäure zu. Man lässt das geneigte Probegläschen an der Wand hinabfliessen, sodass sich Harn und Salsäure nicht mischen. Die schwerere Salpetersäure sinkt auf den Boden des Glases. An erührungsstelle des Harns mit der Säure bilden sich die bei dem Gallefarbstoff beebenen Regenbogenfarben. Der Schaum des gallefarbstoffhaltigen Harns ist gelb rbt. Ein eingetauchtes, weisses Filtrirpapier, das genässte Hemd, färbt sich bei einiensität der Gallebeimischung gelb. Gallenfarbstoff kommt im Harne bei Verschluss allenwege in den Darm (Icterus) vor.

ist fehlen die Gallensäuren neben dem Farbstoffe nicht. Die Pettenkofer'sche , welche auf der Rothfärbung der gallensäurenhaltigen Flüssigkeit bei Zusatz ohrzucker und koncentrirter Schwefelsäure beruht, gelingt im frischen Harn nur selfter im eingedampften. Um die Gallensäuren sicher nachzuweisen, verdampft man im rbade eine Portion Harn bis fast zur Trockene und zieht den Rückstand mit Alkohol Den alkoholischen Extrakt lässt man wieder verdampfen, löst den Rückstand in wenig r und bringt ihn für die Pettenkofer'sche Probe in ein Probirröhrchen. Nun setzt 2—3 Tropfen Zuckerlösung (1 Theil Zucker auf 4 Theile Wasser) und darauf reine, trirte Schwefelsäure zu. Die Flüssigkeit wird nach einiger Zeit (Schütteln) kirschpäter purpurviolett. Man kann auch von dem trockenen Weingeistextrakt auf einem lasscherben eine kleine Probe mit einem Tröpfchen Zuckerlösung und verdünnter felsäure zusammenreiben und nun auf einer möglichst kleinen Flamme bei ganz er Temperatur, unter fortwährendem Anblasen und Wegnehmen von der Flamme, pfen. Die eingedampfte Masse wird dann schön purpurroth (Neukomm).

nanchen Harnen bildet sich beim Stehen hie und da ein blauer Niederschlag, indem aus rblosen Indican Indigo wird. Bei Gesunden und Kranken lässt sich öfters durch trirte Salzsäure oder Salpetersäure aus dem Harn der blaue Farbstoff in reichlicher fällen. Der Harn wird dann zuerst röthlich, später blau. Bei Nierenkrankheiten s Brightii) soll der blaue Farbstoff in grösserer Menge vorkommen und sich auch lig absetzen.

eiss im Harne. Ist Blut im Harne nachzuweisen, so muss sich auch Eiweiss in ihm en lassen. Bei abnorm gesteigertem Blutdruck findet sich ebenfalls meist Eiweiss rn.

Erkrankungen der Nieren, welche zu einer Abstossung der Epithelien der Harncanälhren, findet sich im Harne stets ein mehr oder weniger beträchtlicher Eiweissgehalt.

Aus dem durch das Abstossen der Epithelzellen nun nackten Stroma sickert neten Anfängen der Lymphgefässe direkt eiweisshaltige Lymphe aus, die sich beimischt. Die Anwesenheit der Epithelien in den gesunden Harncanälchen is grund, warum aus dem Blute, welches in die Glomeruli eintritt, kein Eiweiss austreten kann. Sind die Zellen entfernt, so tritt aus dem Blute mit den üb auch Eiweiss in die Nierenausscheidung herein.

Blut mit Blutkörperchen gelangt in den Harn durch Gefässzerreissung. Es von selbst, dass diese Gefässzerreissung, wenn wir Blut im Harne finden, nich ren selbst stattgefunden haben muss. Das Blut kann sich auf dem ganzen We Harn zu durchlaufen hat, diesem mittheilen. Das Vorkommen von Menstrualbl zeigt, dass auch an der Harnröhrenmündung selbst noch eine solche Beimisch den kann.

Der Nachweis des Eiweisses im Harne ist sehr einfach.

Eine kleine Menge des Harnes erhitzt man im Proberöhrchen, ohne weitere Harn schon sauer reagirt, oder nach schwachem Ansäuern mit einem Tröpfche Essigsäure bei alkalischer oder neutraler Reaktion zum Kochen. Enthält der H so entsteht dadurch (bei 70°) ein Coagulum oder eine mehr oder weniger dich weisse Trübung, welche auf Zusatz von Salzsäure nicht verschwi Verschwindet dabei der Niederschlag, was in alkalischem oder neutralem Har kann, so bestand er nicht aus Eiweiss, sondern aus phosphorsaueren Erden. säuern des Harnes zum Zweck der Albuminbestimmung hat man sich sorgfält Ueberschuss von Essigsäure zu hüten, da diese in der Wärme das Albumin z mag. In einer eiweisshaltigen Flüssigkeit, also auch im Harne, erzeugt Salp einen flockigen, weissen Niederschlag, der sich in sehr viel Wasser wieder dem Kochen ist auch diese Probe auf Eiweiss stets anzustellen. Die meiste auch Alaun bewirken in Eiweisslösungen Niederschläge. Um die Anwesen weisses nachzuweisen, kann man auch die Fällung mit Sublimat (Quecksilber wenden.

In manchen Fällen kann es wünschenswerth sein, nachzuweisen, ob das aufgelösten Blutkörperchen stammt. Die Harnfarbe muss dann auf Blut d dass das Mikroskop Blutkörperchen nachzuweisen vermag. Das Eiweissgerinns Harnen ist dann meist rothbraun, oder röthlich gefärbt. Kocht man dieses C schwefelsäurehaltigem Alkohol, so wird derselbe durch Aufnahme von Blutfa oder rothbraun gefärbt. Auch das Spektroskop (S. 359) kann hier Aufschluss ge Harne finden sich bisweilen bei Skorbut, putriden, typhösen Fiebern, bei bösar selfiebern, nach Einathmung von Arsenwasserstoffgas und, wie Bamberger gez Schwefelsäurevergiftung, alles Krankheiten, bei denen ein massenhafter Zerfall perchen (Blutdissolution) stattfindet.

Auch Beimischung von Eiter muss den Harn albuminhaltig machen.

Es versteht sich danach von selbst, dass jeder Nachweis von Eiweiss im mikroskopische Untersuchung, welche Rechenschaft über die Quellen dieser al mischung ergeben soll, erfordert.

Wenn viel Blut im Harne enthalten ist, so wird sich in ihm auch Faserst fibrinogene Substanz finden. Die Blutcoagula sind so charakteristisch, auch mit freiem Auge nicht verkennen lassen. Manchmal sind die Blutung tungen in die Harnwege so mächtig, dass sie letztere verstopfen. Findet di in den Harnleitern statt, so können wurmförmige, lange Coagula, die man für Würmer genommen hat, mit dem Harne entleert werden. Weiter unten noch mikroskopische Faserstoffcylinder im Harne kennen lernen. In ma scheidet sich der Faserstoff erst nach einigen Stunden Stehen aus. Selten — Gegenden häufiger (nach Rayer auf Isle de France) — kommt ein coagulabler

nmischung vor. Die Zumischung der Fibringeneratoren stammt aus einem Trans-, das sich abnormerweise in den Harn ergossen hat (Lymphe cfr. oben).

n Eiweissgehalt des Harnes hindert die chemische Bestimmung anderer Stoffe. Eiweisser Harn muss zu allen Bestimmungen zuerst von seinem Eiweiss befreit werden. Man lirt dazu dasselbe und filtrirt es ab. Der filtrirte Harn wird dann etwaigen anderen ischen Proceduren unterworfen.

r den quantitativen Nachweis des Eiweisses wird meist das durch Kochen des saueren erhaltene Eiweissgerinnsel auf einem bei 100°C getrockneten aschefreien Filter abfilvollkommen ausgewaschen, bei 100° getrocknet und gewogen. Die Berechnung der tate cfr. bei Harnsäure.

antitative optische Eiweissprobe nach A. Vogel. — Für klinische Zwecke durch diese Methode die Eiweissbestimmung sehr erleichtert. Ihr System entspricht der 'schen Milchprobe (cfr. S. 152). Eine von suspendirten Theilchen trübe Flüssigkeit wird t mit Wasser verdünnt, bis sie in einer Schicht von bestimmter, gleichbleibender eben undurchsichtig geworden ist. Hat man ein für alle Male den Procentgehalt der gkeit an suspendirten Theilchen bis zu diesem Grenzpunkt für die verwendete Schichke bestimmt, so kann man in der Folge aus der optischen Probe direkt den Procentdes Harns an Eiweiss und aus der Gesammtharnmenge die absolute Quantität desrechnen. Die Methode lässt sich für alle Flüssigkeiten mit gleichmässiger Trübung nden, wie sich auch eine solche bei genügend verdünntem saueren Harn nach Kochen findet. Der Hauptapparat zur Eiweissprobe ist ein Trog, ein viereckiges, imeter langes und ebenso breites Eisenblech, das zu einer Rinne zusammengebogen eren Ränder sich bis auf 1 Ctm. nähern. Vorne und hinten ist dieser Blechtrog mit nigen Gläschen verschlossen, welche parallel gestellt sind und genau 6,5 Ctm. von er abstehen. Die Rinne ruht auf einem zweckmässigen Fuss zum Stellen und Halten. dem bedarf man noch einer feinen Pipette von 10 Kcm. Inhalt in 0,1 Kcm. getheilt zum sen des Harns, und ein Messgefäss für 100 Kcm., dann noch Proberöhrchen, Lampe, etc. Hat man die Gesammtmenge, das specifische Gewicht und die Reaktion des Harns mt, so mischt man mit der feinen Pipette zunächst 6 Kcm. Harn in das Messgefäss, t mit destillirtem Wasser bis zur Marke = 100 Kcm., und schüttelt gut die Flüssigkeit was am besten durch mehrmaliges Umgiessen erreicht wird. Von dieser Verdünnung man (5—6 Kcm.) in einem Proberöhrchen mehrmals auf, und kühlt Rohr und Flüsin kaltem Wasser ab. Von der abgekühlten Probe giesst man in den Trog, und visirt it einem Auge durch die Flüssigkeitsschichte nach der Flamme einer an einem dun-Orte (Ecke) des Zimmers aufgestellten Stearinkerze. Ist der Lichtkegel noch sichtbar, man eine neue Probe ganz wie die erste, aber mit etwas mehr Harn zu machen; ist ht schon bei der ersten Probe verschwunden, so hat man umgekehrt eine neue Probe niger Harn anzustellen. Durch mehrfache Proben findet man so die Harnmenge bei r auf 100 Kcm. verdünnt der Lichtkegel eben nicht mehr sichtbar ist. Hat man, z. B. er 24stündigen Harnmenge 2600 Kcm., 9 Kcm. Harn zur Vollendung der Probe vert, so dividirt man mit dieser Zahl 9 in 2,3553, der durch vielfältige Versuche bestimmt für die absolute Eiweissmenge, welche in der verbrauchten Harnmenge vorhanden ss, um die Schlussreaktion herbeizuführen. Die gefundene Grösse (0,2617) gibt die tische Eiweisswenge des untersuchten Harnes an. Um die absolute Quantität des in nden ausgeschiedenen Eiweisses zu berechnen, multiplicirt man die Zahl für die tische Eiweissmenge (in unserem Beispiel 0,2617) mit der Zahl der im Tage entleerbikcentimeter Harn (nach unserer Annahme 2600 Kcm.), und dividirt mit 100. Die ng ist also folgende:

$$\frac{2,3553}{9} \times \frac{2600}{100} = 6,8042 \text{ Gramm Eiweiss.}$$

sultate sind ungemein genau und bei einiger Uebung rasch zu erlangen. C. Waibel mte in meinem Laboratorium bei Albuminurie 24stündige Eiweissmengen von amm — 0,21 Gramm.

Die klinisch so beliebte Schätzungsmethode der Eiweissmenge, b
den aus einer annähernd gleichen, im Proberöhrchen geschätzten Harnmenge a
denen Tagen beim Kochen niederfallenden Eiweissabsatz schätzend vergleicht, g
oben schon gedachten Irrthümern Veranlassung. Der Eiweissniederschlag i
kann heute massiger sein als den Tag vorher, und die Gesammteiweissmeng
destoweniger abgenommen, da die ausgeschiedene Harnmenge noch bedeute
Eiweiss vermindert ist, das Gleiche gilt im umgekehrten Fall.

Der Cirkumpolarisationsapparat und seine Anwendung. Eine optische Eiweis
und Zuckerbestimmung gestattet die Verwendung des Polarisationsapparates.
ganische Stoffe, meist von hohem Molekulargewicht, haben in Lösung bei
Eigenschaft, die Polarisationsebene des Lichtes zu drehen, und zwar entweder
rechtsdrehende, oder nach links, linksdrehende Stoffe. Nicht drehende S
optisch inactiv. Das »specifische Drehungsvermögen« der »optisch activen« S
feste Grösse. Man versteht darunter die Drehung, welche 1 Gramm Substanz in 1
keit gelöst bei 1 Decimeter Länge der Röhre für gelbes Licht bewirkt. Das Cir
tionsvermögen einer Lösung ist dem Inhalte derselben an polarisirender Sub
proportional, wodurch die Bestimmung des Drehungsvermögens einer Lösun
uns bekannten optisch aktiven Stoff enthält, Aufschluss über die Menge dieses S
Lösung giebt. Der Mitscherlich'sche Apparat ist der in Laboratorien geb
Genauere Resultate giebt der theuerere Ventzke-Soleil'sche Apparat.

Der erstere besitzt auf einem Stative ein feststehendes Nicol'sches Prisma,
planconvexe Glaslinse. In entsprechender Entfernung, so dass man eine mit
suchenden Flüssigkeit gefüllte Röhre dazwischen legen kann, befindet sich
Nicol'sches Prisma in dem Centrum eines in Grade getheilten Kreises, in wel
telst eines Griffes um seine Axe gedreht werden kann, ein am Prisma angebr
mit Nonius lässt die Drehung des Prismas am Theilkreise ablesen.

Zur Ausführung der Beobachtung richtet man das erstgenannte Prisma des
rates gegen eine dicht davorstehende helle Petroleumlampe im verdunkelten
blickt durch das zweite im Theilkreis befindliche Prisma, dessen Zeiger auf 0
die Flamme. Bei richtiger Einstellung (bei 0^0 und 180^0) trennt ein vertikal
Streif das erhellte Gesichtsfeld in zwei Theile. Man legt nun die mit der zu prü
sigkeit gefüllte Röhre, die in der Mitte eine Eingussöffnung besitzt und an b
mit parallelen, zum Zwecke der Reinigung abschraubbaren Glasplättchen ge
in den Röhrenträger zwischen die beiden Nikols. Ist der schwarze Streifen
rückt vorhanden, so ist die Flüssigkeit inaktiv, ist er bei Anwesenheit einer
stanz verschoben oder verschwunden, so dreht man an dem Zeiger, wobei
Licht in bestimmter Reihenfolge auftritt, entweder bis der schwarze Streifen,
vorhanden ist, wieder in seiner alten Stellung sich befindet, wobei dann auf
Seite rothes, auf der anderen Seite blaues Licht sich zeigt, oder, wenn der sch
fen ganz verschwunden ist, bis genau die eine Hälfte des Gesichtsfeldes roth
blau ist. Nun liest man die Zeigerstellung ab. Ist die specifische Drehung der
stanz (z. B. bei Zucker + 56 und bei Serumeiweiss — 56) bekannt, so ist die
der Resultate sehr einfach. Ist α die beobachtete, genau abgelesene Drehung
kannte specifische Drehung (z. B. 56) und l die Röhrenlänge, so ist $p = \frac{\alpha}{s}$
Gewicht des drehenden Stoffes in Grammen in 1 Kubc. der Lösung ausdr
untersuchende Flüssigkeit muss möglichst klar und ungefärbt sein. Die Au
Beobachtung im Harn bei Eiweiss und Zucker ergiebt sich aus dem Gesagten.
nung auf 24 Stunden hat man das optische Resultat einfach mit der Harnmeng
multipliciren. Bestimmt man Zucker, so dreht man dabei an dem Griff des Pri
0^0 nach rechts, bei Eiweiss von 0^0 nach links.

ucker im Harne. Der Harn soll Traubenzucker schon im normalen Zustande des Orga-
us in geringen Spuren enthalten.

dem pathologischen Zustande des Diabetes mellitus oder der Zuckerharn-
findet sich eine so gesteigerte Zuckermenge im Harne, dass der Zuckernachweis
Schwierigkeit für einen einigermaassen Geübten besitzt. Nur, wenn der Zucker im
leicht nachweisbar ist, ist er für den Arzt von Bedeutung.

er Verdacht auf einen Zuckergehalt des Harnes entsteht, wenn der Harn in sehr grossen
en und sehr wenig gefärbt entleert wird und trotzdem ein höheres specifisches Gewicht
t als seine scheinbare Verdünnung vermuthen liesse (1023—1030 und mehr).

üllt man in ein möglichst enges Proberöhrchen von dem auf Zucker zu prüfenden Harn
setzt Natronlauge zu, schüttelt, um beide zu mischen, und erhitzt nun den oberen
il der Mischung, so färbt sich dieser bei Gegenwart von Zucker rothbraun (MAAS'sche
.).

m die TROMMER'sche Probe zu machen (cf. S. 68), versetzt man Harn in einem Probe-
hen mit etwas Natronlauge und setzt nun vorsichtig eine geringe Menge einer äusserst
nnten Lösung von schwefelsauerem Kupferoxyd zu, bis eben eine ganz geringe flockige
ung in der Mischung eintritt, die sich trotz der starken Verdünnung der Kupferlösung
blau färbt. Bei geringen Zuckermengen ist es besser, nur so geringe Kupferquantität
etzen, dass noch keine Trübung deutlich wird. Erwärmt man die Mischung, so wird
erst an der Oberfläche missfarbig, dann gelb, später setzt sich ein schön rother Nie-
lag von reducirtem Kupferoxydul ab.

der BÖTTCHER'schen Probe setzt man zu dem Harn in der Proberöhre eine kleine
rspitze von dem officinellen basisch salpetersaueren Wismuthoxyd (Magisterium Bis-
, alsdann eine reichliche Menge concentrirter Lösung von kohlensauerem Natron
etwas Aetzkalilauge und erhitzt, längere Zeit anhaltend, zum Sieden. Bei der An-
heit von Traubenzucker färbt sich das zugesetzte Wismuthsalz grau und endlich
rz durch Reduktion des Wismuthoxyds.

rdampft man einige Tropfen eines zuckerhaltigen Harnes bei 100° C. zur Trockene und
htet den Rückstand mit einigen Tropfen verdünnter Schwefelsäure und dampft wieder
f einem Porzellanscherben), so entsteht ein intensiv schwarzer Fleck.

ngt man zuckerhaltigen Harn mit Hefe zusammen, so wird, besonders rasch in einer
en Temperatur von 20—25° C., eine Gährung eintreten, welche Alkohol liefert. Man
in ein mit Quecksilber gefülltes in Quecksilber umgestürztes Glasrohr (Proberöhr-
mittelst einer hakenförmig gebogenen, vorne zu einer feineren Spitze ausgezogenem
hre (Pipette) etwas von dem zuckerhaltigen Harne, den man mit wenig Hefe versetzt
Bei gewöhnlicher Zimmertemperatur zeigt sich bald Gasentwickelung (Kohlensäure).
man in die Flüssigkeit mittelst einer gleichen Pipette etwas Kalilauge aufsteigen, so
las entwickelte Gas vollständig wieder absorbirt.

der Harn so arm an Zucker, dass sein Nachweis mit den genannten Proben nicht mit
heit gelingt, so macht man ein weingeistiges Extrakt des Harnes, den man bei 100°
t zur Trockene verdampft hat. Der Weingeist wird verdunstet, der Rückstand wie-
Wasser gelöst und mit ihm die Reduktionsprobe angestellt. Es besteht dann kein
es.

tsteht im Harne keine schöne gelbe Färbung oder ein rother Niederschlag bei der
ER'schen Reduktionsprobe, so darf man keinen krankhaften Gehalt an Zucker ver-
n. Eine Verfärbung, ein Missfarbigwerden tritt bei der Reduktionsprobe in jedem
ein, da der Harn noch einige in geringem Grade wie Zucker reducirende Substanzen
t: Kreatinin, Harnsäure.

e quantitative Methode der Zuckerbestimmung wird besonders zur Con-
ler therapeutischen oder diätetischen Erfolge (Fleischnahrung) bei Diabetes von Wich-

tigkeit. Sie basirt auf der TROMMER'schen Probe. 1 Aequivalent Krümelzucker
Kupfer aus 10 Aequivalenten Kupfervitriol (1247,5).

Zur Anfertigung der Titrirflüssigkeit der FEHLING'schen Kupfer
löst man 34,65 Gramm reinen krystallisirten Kupfervitriol in etwa 160 Kcm.
löst ferner 173 Gramm krystallisirtes, reines weinsaueres Kalinatron in 600–
Natronlauge von 1,12 spec. Gewicht, mischt dann beide Flüssigkeiten gut und
Gemisch, bis es gerade 1 Liter beträgt. Die Flüssigkeit wird bei längerem Aufbew
Zersetzung leicht unbrauchbar, sodass sie beim Kochen ohne Zuckerzusatz r
Sie ist im Dunkeln, kühl, in ganz gefüllten Flaschen aufzuheben.

Zur Ausführung der Analyse misst man 20 Kcm. der FEHLING'schen Lösung
pette ab, lässt sie in einen Glaskolben oder eine weisse Porzellanschale fliess
etwa das 4fache Volumen Wasser zu. Nun bringt man von dem Harne, dessen
bestimmt werden soll, 10 Kcm. in ein Messgefäss und verdünnt, wenn er
trirt ist, bis auf 100 Kcm. mit Wasser. Von der gut gemischten Flüssigkeit füll
Burette. Man erhitzt nun durch eine kleine Flamme die verdünnte Kupferlös
beginnenden Kochen, versetzt zuerst mit 2 Kcm. des verdünnten Harnes, lässt
kunden kochen und beobachtet, ob die Flüssigkeit noch blau bleibt. Ist dies
so setzt man ganz in derselben Weise wie das erste Mal verfahrend, von 1 Kc
fortschreitend, weiter Harn zu, bis die Flüssigkeit über dem entstandenen
schlage gerade farblos geworden ist. Man liest dann an der Burette ab, wie
dem verdünnten Harne bis zur vollkommenen Reduktion verbraucht wurden,
daraus den Procentgehalt des unverdünnten Harnes an Zucker.

1 Kcm. der FEHLING'schen Lösung von der oben angegebenen Koncentratio
nau 5 Milligramm Traubenzucker zur vollkommenen Reduktion alles Kupferoxy
entsprechen also 6,1 Gramm Zucker; die zur völligen Entfärbung der 20 Kcm.
erforderliche Quantität Harn enthält also genau 6,1 Gramm Zucker. Waren
der Reduktion der 20 Kcm. Lösung 15,5 Kcm. des verdünnten Harns erforder
der Harn auf $^1/_{10}$ verdünnt, wie oben angegeben wurde, so entsprechen die
Verdünnung 1,55 Kcm. Harn. Diese 1,55 Kcm. Harn enthalten genau 0,1 Gram
100 Kcm. Harn sind also:

$$\frac{100 \cdot 0,1}{1,55} = 6,45 \text{ Gramm Zucker.}$$

Diese Zahl hat man, um die 24stündige Menge des Zuckers zu finden, mit d
menge zu multipliciren und mit 100 zu dividiren.

Die LIEBIG-KNAPP'sche Methode der quantitativen Zuckerbestimmu
sich darauf, dass Traubenzucker in alkalischer Lösung Cyanquecksilber zu
Quecksilber reducirt.

Man löst 100 Gramm reines, trockenes Cyanquecksilber in Wasser, setzt
lauge von 1,145 spec. Gewichte zu und verdünnt zum Liter. Mit dieser Lösung
rung wie nach der FEHLING'schen Methode ausgeführt. Man bringt 40 Kcm. der
sung entsprechend 0,1 Gramm Traubenzucker in einer Porcellanschale zum Sied
von der verdünnten Zuckerlösung (etwa 0,5% Zucker enthaltend) so lange zu, bis
silber ausgefällt ist. Beim Beginn des Zusatzes trübt sich die Lösung, später
und gelblich. Die Reaktion ist beendigt, wenn ein Tropfen der Lösung auf
Filtrirpapier durch darüber gehaltenes concentrirtes Schwefelammonium in ein
nute nicht mehr gebräunt wird. Gegen Ende der Reaktion zeigt sich nur noch
brauner Ring am Rande, den man am besten beim Halten des Papiers gegen e
ster erkennt. Diese Endreaktion ist scharf, die Lösung haltbar. (Die optisc
mung des Zuckers durch Polarisation cf. bei Eiweiss).

Aerztliche Bemerkungen. — Diabetes mellitus. Die gesteigerte Zu
dung im Harne hat meist einen noch ziemlich dunklen pathologischen Grund:
Diabetes. Er tritt hie und da nach sehr heftigen Gemüthsbewegungen auf, sodass

ne centrale Ursache denken müssen. Experimentell kann Diabetes hervorgerufen werden h Verletzung einer umschriebenen Stelle am Boden des vierten Ventrikels: Zuckerh; ebenso durch Curare. Nach SCHIFF's Behauptung bringt jede Cirkulationsstörung in eren Gefässbezirken durch Lähmung der Gefässnerven oder Unterbindung der Gefässe tes hervor. Wahrscheinlich ist bei Diabetes theils die Glykogen- oder Zuckerbildung r Leber gesteigert, theils die Oxydation des Glycogens oder Zuckers im Blute gehindert. iabetikern enthält das Blutserum mehr Zucker als bei Gesunden. Bringt man durch ion von Zuckerlösung den Zuckergehalt des Blutes auf wenigstens 0,5% (LEHMANN), ht der Zucker theilweise in den Harn über, was man auch durch übermässigen Zuckerss soll erreichen können. Bei Diabetikern nimmt der Zuckergehalt des Harns mit der licheren Zufuhr von Kohlehydraten (Zucker, Stärkemehl) zu — mit der Zufuhr von hinreicher Nahrung dagegen ab. Nach Vergiftungen, welche wie Arsenvergiftung den gengehalt der Leber aufheben, kann man durch Zuckerstich künstlichen Diabetes nicht erzeugen. Nach Curarevergiftung soll die Leber nicht reicher an Glycogen sein als . Auch andere Sekrete als der Harn enthalten bei Diabetikern Zucker. Der gesteigerte der Diabetiker führt zu den enormen, bei diesem Leiden beobachteten Harnausscheim. Der Harn ist neben dem Zucker auch oft sehr reich an Harnstoff, dagegen arm an äure; Kreatin und Kreatinin fehlen.

e **Bestimmung des Harnstoffs** kann für den Arzt in qualitativer Beziehung nur selten von igkeit sein. Es müsste sich darum handeln, ob eine als Harn ausgegebene, verdächsehende Flüssigkeit wirklich Harn ist, also Harnstoff enthält. Die von LIEBIG angegeMethode der quantitativen Bestimmung des Harnstoffs im Harne durch Titrirung ist so h und leicht ausführbar, dass man sich ihrer in den meisten Fällen auch für qualitaachweisung bedienen wird. Der Harnstoff bildet mit Salpetersäure und Oxalsäure kteristische schwerlösliche Verbindungen (s. unten bei Haut).

s Princip der Methode LIEBIG's beruht in Folgendem.

zt man zu einer verdünnten reinen Harnstofflösung eine Lösung von salpeterrem Quecksilberoxyd, so bildet sich sofort ein Niederschlag, bestehend aus Harnalpetersäure und Quecksilberoxyd von konstanter Zusammensetzung (S. 70).

ngt man zu einem Tropfen dieser Harnstoffquecksilbermischung einen Tropfen kohueres Natron, so entsteht so lange ein weisser Niederschlag, als noch nicht genüalpetersaure Quecksilberoxydlösung zugesetzt ist, um allen Harnstoff auszufällen. Ist ur ein sehr geringer Ueberschuss von Quecksilberlösung zugefügt, so giebt kohlens Natron einen gelben Niederschlag. Dieser gelbe Niederschlag ist als Zeichen, dass ler Harnstoff ausgefällt ist, die Endreaktion bei der Harnstofftitrirung.

Harne finden sich neben dem Harnstoff noch phosphorsauere Salze und Chlor, welche rnstoffbestimmung erschweren. Die Phosphorsäure, welche mit Quecksilberoxydsalch einen Niederschlag giebt, muss vor der Harnstoffbestimmung ausgefällt werden. nz genaue Harnstoffbestimmungen zu erhalten, muss aus dem Harne auch das Chlor t werden, was durch Ausfällen mit Silberlösung möglich ist. Setzt man zu einer offlösung, welche Kochsalz enthält, salpetersaueres Quecksilber zu, so setzt sich letznit dem Kochsalz zu Quecksilberchlorid und salpetersaurem Natron um. Das Queckhlorid fällt den Harnstoff nicht. Es entsteht also in einer gemischten Lösung von off und Kochsalz wie im Harne erst dann der geforderte Niederschlag, wenn alles an Quecksilber getreten ist. LIEBIG gründete auf dieses Verhalten seine Chlorbeung im Harne, indem er den nach der Bindung des Chlors auftretenden Niedermit Harnstoff als Endreaktion benützte. Im Harne bedingt also die Anwesenheit von inen manchmal nicht unbedeutenden Fehler der Harnstoffbestimmung. Man berech Harnstoffmenge in der untersuchten Harnprobe nach der Zahl der zur Ausfällung uchten Kcm. der salpetersaueren Quecksilberoxydlösung. Das Kochsalz, welches einen les zugesetzten Quecksilbersalzes für seine Umsetzung in Beschlag nimmt, wird also rnstoffmenge zu gross erscheinen lassen. Kennt man die im Harne enthaltene Chlor-

menge, so kann man auf einfache Weise an dem Resultat der Harnstoffbestimm
nügend scharfe Korrektion (Verminderung) anbringen. Nach LIEBIG zieht man
Harn, die man titrirt hat, im Mittel 1,5—2,5 Kcm. der verbrauchten Anzahl K
silberlösung ab, was dem durchschnittlichen Chlorgehalt des Menschenharnes

Zur Ausführung der Harnstoff-Titrirung bedarf man folgende Lösungen:

1) eine Lösung von kohlensauerem Natron, oder einen Brei von mit W
rührtem doppelt kohlensauerem Natron.

2) eine Barytmischung. Man mischt 2 Volumen kalt gesättigtes Baryt
baryt wird dazu in einer verschlossenen Flasche mit destillirtem Wasser übe
stehen gelassen unter öfterem Aufschütteln) und 1 Volum ebenfalls kalt gesät
bereiteter Lösung von salpetersauerem Baryt. Die Mischung muss in einer gut v
Flasche aufbewahrt werden.

3) eine Normalharnstofflösung. Sie ist eine Lösung von 2 Gramm
gut getrockneten, reinen Harnstoffs in Wasser, die so verdünnt ist, dass sie ge
beträgt.

4) titrirte salpetersaure Quecksilberoxydlösung. Um sie her
ist in chemischen Fabriken käuflich, muss aber dann vor dem Gebrauch a
mit der Normalharnstofflösung geprüft werden), verdünnt man koncentrirte
reinem salpetersauren Quecksilberoxyd (welche mit Chlornatrium keine Tr
darf) mit dem etwa 4fachen Volumen Wasser. Nach gehörigem Schütteln f
dieser verdünnten Lösung eine Bürette.

Dann misst man mit einer Pipette 10 Kcm. der Normalharnstofflösung, wel
gramm Harnstoff enthalten, ab in ein kleines Becherglas. Nun setzt man einige
der Quecksilberlösung zu, wodurch ein Niederschlag entsteht, rührt und misc
Glasstabe gut und nimmt dann aus dem Bechergläschen mit dem Glasstabe e
heraus. Diesen setzt man auf eine Glasplatte, welche man auf schwarze
legt hat oder besser auf eine Porcellanplatte oder flachen Teller. Mit einem
stabe bringt man einen Tropfen der kohlensaueren Natronlösung mit dem erste
zusammen, dass man letzteren in die Mitte des ersteren von dem Glasstabe ein
Es entsteht dadurch ein begrenzter weisser Niederschlag, der auch nach ei
den noch weiss bleibt, wenn noch kein Ueberschuss von Quecksilber zur H
zugesetzt ist.

Man fährt nun mit dem Zusetzen der Quecksilberlösung aus der Bürette z
lösung von 1 Kcm. zu 1 Kcm. vorschreitend so lange fort, bis der erst entste
Niederschlag durch das eingetropfte kohlensaure Natron nach einigen Se
erscheint. Es zeigen sich zuerst in der weissen Masse gelbe Körnchen. Ist ein
Niederschlag citronengelb gefärbt, so hat man schon einen etwas zu grosse
von Quecksilber zugesetzt. Durch den Zusatz der Quecksilberlösung zur H
entsteht in dieser eine stark sauere Reaktion, durch welche das Gelbwerden e
eintritt. Man setzt, wenn die erste leicht gelbe Färbung eingetreten ist, zu
das Bechergläschen so viel kohlensaure Natronlösung zu, dass die Reaktion n
schwach sauer ist. Dann muss man meist noch etwas Quecksilber zusetze
Ueberschuss (gelbe Färbung des Tropfens mit kohlensaurem Natron) zu haben

Die Quecksilberlösung soll so verdünnt sein, dass 1 Kcm. von derselben
gramm Harnstoff fällt und die gelbe Reaktion giebt. Man muss, wenn die
richtig ist, also 10 Kcm. der Quecksilberlösung zu 10 Kcm. der Harnstoffl
20 Milligramm Harnstoff enthalten, geben. Hat man bei der geschilderten er
z. B. 6 Kcm. der noch nicht richtig verdünnten Quecksilberlösung für die
10 Kcm. Harnstofflösung verbraucht, bis die gelbe Endreaktion eintrat, so
6 Kcm. der Quecksilberlösung noch 14 Kcm. Wasser zuzufügen sein, um di
Verdünnung zu erhalten. In Wirklichkeit darf man nicht ganz soviel Wasser
man dadurch die Lösung zu sehr verdünnen würde. Hat man die Verd

mmen, so titrirt man von neuem 10 Kcm. der Harnstofflösung in der oben geschilder- Weise und stellt dadurch fest, wieviel Harnstoff genau 1 Kcm. der Quecksilberlösung pricht. Es liegt natürlich nicht viel daran, ob 1 Kcm. gerade 10 Milligramm oder einer seren oder kleineren Quantität Harnstoff entspricht. Die runde Zahl 10 erleichtert nur Berechnung etwas.

Die Harnstoffbestimmung im Harne hat nach dem Gesagten nun keine wesent- n Schwierigkeiten mehr. Nachdem man die gesammte Harnmenge, welche während r bestimmten Zeit, für die man die Harnstoffausscheidung bestimmen will, meist 24 Stunden, gemischt und genau mittelst eines Messglases gemessen hat, muss man sich zuerst über- en, ob der Harn eiweissfrei ist. Enthält er Eiweiss, so misst man 100 Kcm. in einem Mess- se ab und koagulirt in einer Porzellanschale das Eiweiss nach den angegebenen Regeln der Lampe. Nach dem Kochen bringt man die ganze Flüssigkeit in das Messgefäss ck, spült die Schale mit einigen Tropfen Wasser aus und ersetzt das bei dem Kochen mstete Wasser durch destillirtes, bis wieder 100 Kcm. erreicht sind. Den Harn mit Niederschlag bringt man dann auf ein unangefeuchtetes Filter. Der filtrirte Harn kann hne Weiteres genau so behandelt werden wie eiweissfreier, ohne dass die Berechnung esultate etc. irgend welche Aenderung erleidet. Ebenso verfährt man bei der Zucker- mmung und allen anderen Bestimmungen in etwa eiweisshaltigem Harne.

e Phosphorsäure und Schwefelsäure müssen nun zuerst aus dem Harne entfernt werden. n misst dazu 2 Volumina Harn in ein Bechergläschen und versetzt sie mit 1 Volum den beschriebenen Barytmischung. Zu diesem Zwecke bedient man sich entweder Pipette, welche 20 Kcm. abmessen lässt, die man zweimal mit Harn und einmal mit mischung füllt; oder man füllt ein Proberöhrchen zweimal mit Harn und einmal mit rytmischung an. Um die Volummessung in dem Proberöhrchen genau zu machen, ht man den Gipfel der Flüssigkeit an dem ganz gefüllten Proberöhrchen mit einem äschen ab. Die zusammengegossenen Flüssigkeiten werden gut gemischt und auf s befeuchtetes Filter gebracht. Von der filtrirten Flüssigkeit misst man mit einer m. haltenden Pipette 15 Kcm. heraus, welche nach der angegebenen Mischung 10 Kcm. enthalten.

ese Harnflüssigkeit wird nun genau nach denselben Regeln titrirt, die oben bei der Harnstofflösung angegeben wurden. Man setzt je 1 Kcm. Quecksilberlösung zu und jedesmal einen mit dem Glasstabe nach gutem Rühren herausgenommenen Tropfen er Glastafel mit schwarzer Unterlage oder auf der Porzellanplatte mittelst eines ns kohlensaueren Natrons. Tritt die erste Gelbfärbung des vorher weissen Nieder- s im Tropfen ein, so ist die Titrirung beendigt.

n liest nun die Zahl der verbrauchten Kcm. der Quecksilberlösung an der Burette ab. t man für die 10 Kcm. Harn, welche in den titrirten 15 Kcm. der filtrirten Harnmi- g enthalten sind, 20 Kcm. Quecksilberlösung verbraucht, von welcher je 1 Kcm. lligramm Harnstoff entspricht, so enthalten die 10 Kcm. Harn 0,2 Gramm Harnstoff, m. also 2 Gramm. Um zu finden, wieviel Harnstoff im Tage (24 Stunden) ausgeschieden , hat man nun eine sehr einfache Rechnung. Nehmen wir an, die Gesammtharnmenge Stunden hätte 1500 Kcm. betragen, so wurden während dieser Zeit ausgeschieden:

$$\frac{1500 \cdot 0,2}{10} = 30 \text{ Gramm Harnstoff.}$$

i grösserem oder geringerem Gehalt des Harns an Harnstoff hat man noch Correkturen m direkt gefundenen Werth anzubringen. Hat man zur Titrirung mehr als 30 Kcm. silberlösung verbraucht, so setzt man vor der Prüfung mit kohlensauerem Natron der ung die Hälfte der mehr als 30 Kcm. verbrauchten Kcm. an Wasser zu.

t man weniger als 30 Kcm. verbraucht, so zieht man für je 5 Kcm., die man weniger ucht hat, 0,1 Kcm. ab und berechnet erst den so erhaltenen Rest der Kcm. auf Harnstoff.

as specifische Gewicht des Harnes hängt bei nicht zuckerhaltigen Harnen hauptsächlich dem Harnstoffgehalt ab. Für die raschere Harnstoffbestimmung ist es von Werth zu

wissen, dass man die beiden hinteren Zahlen des gefundenen specifischen G
Harnes nur zu verdoppeln hat, um annähernd die Zahl der Kcm. zu erhalten,
15 Kcm. Harnmischung, nach der oben angegebenen Methode hergestellt, zur
bis die Endreaktion eintritt, oft weniger.

Im Hundeharn ist die Menge der Phosphorsäure so gross, dass man die H
mit gleichen Volumen Harn und Barytmischung herzustellen hat.

B e m e r k u n g e n f ü r d e n A r z t. — Wir haben im Allgemeinen schon über
welchen quantitative Bestimmungen von Harnbestandtheilen für den Arzt haben
sprochen. Alles, was dort im Allgemeinen gesagt wurde, gilt im Besonderen v
den Harnstoff, das Hauptprodukt des Eiweissumsatzes. Alle anderen stickstoffha
bestandtheile stehen normal zur Menge des Harnstoffs in einer einfachen Bezie
mehr Harnstoff im Körper erzeugt (z. B. durch vermehrte Nahrungszufuhr),
mit ihm entsprechend mehr Harnsäure, Kreatinin, bei Hunden Künurensäure
ausgeschieden. Auch die Schwefelsäure und Phosphorsäure stammen im Harne
aus dem Umsatz der Albuminate, wenn sie nicht als Medikament dargereicht w
Vermehrung und Verminderung hat also fast genau die gleiche Bedeutung wie d
stoffs und wird meist mit letzterer gleichzeitig eintreten.

Die Vermehrung der Ausscheidung der genannten im Harn enthaltenen Stof
stets bei Gesunden wie Kranken vor allem von gesteigertem Appetit und dadurc
Nahrungsaufnahme ab. Im Fieber ist jedoch auch ohne Nahrungsaufnahme d
ausscheidung gesteigert. Dies rührt her von einer gesteigerten Zersetzung der
minate wie aller anderen Körperstoffe im Fieber, welche auch durch die bed
magerung und den Kräfteverlust durch fieberhafte Krankheiten bewiesen wird.
kommen unabhängig von der Nahrung momentane Harnstoffvermehrungen v
entweder durch plötzliche Ausscheidung im Körper aufgehäuften Harnstoffs od
inneren Ursachen gesteigerte Eiweisszersetzung erklären, z. B. bei Resorption hydr
güsse. Verminderung der Harnstoffausscheidung hängt meist von verminderter N
nahme ab, in seltenen Fällen von einem Zurückhalten gebildeten Harnstoffs im Körp

Bei allen a k u t e n f i e b e r h a f t e n K r a n k h e i t e n (Pneumonie, Typhus
Gang der Harnstoffausscheidung gewöhnlich folgender (J. VOGEL): Im Anfang, b
des Fiebers vorüber ist, erscheint die Harnstoffmenge, trotz gleichzeitiger knap
trotz einer gleichzeitigen V e r m i n d e r u n g d e r U r i n m e n g e in der Regel
bisweilen sehr bedeutend, bis auf 50, 60 ja 80 Gramm in 24 Stunden. Später, w
Nachlass des Fiebers die Erhöhung des Stoffverbrauches nachgelassen hat, währ
dauernde Störung des Appetits eine verminderte Nahrungsaufnahme bedingt, sin
stoffmenge unter die Norm. In der Rekonvalescenz erhebt sie sich allmählic
zur Norm, um diese bei gesteigertem Appetite häufig zu übertreffen. Natürlich
regelmässige Gang durch individuelle Verhältnisse vielfach modificirt.

Bei W e c h s e l f i e b e r steht die Harnstoffausscheidung in bestimmter Be
Körpertemperatur, mit der sie sinkt und steigt. Während der Apyrexie sinkt d
ausscheidung unter die Norm. HUPPERT giebt für alle fieberhafte Temperaturverh
selbe Gesetz an. Die Vermehrung ist selbstverständlich relativ, entsprechend de
Stoffwechsel des Patienten, sodass »normale« Harnstoffmengen in Krankheiten o
den schon eine bedeutende fieberhafte Steigerung der Harnstoffbildung bedeuten

Bei den meisten c h r o n i s c h e n K r a n k h e i t e n, die mit Verminderung d
satzes im Körper und mit mangelnder Ernährung verbunden sind, sinkt die Har
unter die Norm, durch inzwischen eintretende Steigerungen des Leidens (Exa
durch Febris hectica etc.) wird sie hie und da für kürzere oder längere Zeit wiede
Gegen das tödtliche Ende vieler Krankheiten, in denen der Körper wie im ausser
zustande aufgezehrt wurde, ist die tägliche Harnstoffmenge oft ungemein gerin
Gramm. Durch Ablagerung w ä s s e r i g e r, h y d r o p i s c h e r E r g ü s s e in die K
kann die Harnstoffausscheidung manchmal plötzlich sinken, da sich in den gros

llen Harnstoff aufhäufen kann. Werden solche Ergüsse resorbirt nach therapeutischer irkung oder durch im Körper selbständig zur Wirksamkeit gelangte Ursachen, so kann, schon oben gesagt, auch aus diesem Grunde die Harnstoffausscheidung und die Harn-ge mit einem Mal sehr gesteigert werden, ohne dass die äusseren Ernährungsverhält-einen Wechsel erlitten hätten.

Wird ohne hydropische Ergüsse Harnstoff im Körper zurückgehalten, z. B. bei Nieren-n, Cholera, so tritt Harnstoffvergiftung im Körper ein.

ach starken Blutverlusten (Operationen) ist die Harnausscheidung und die Harn-usscheidung für einige Zeit vermindert, nach etwa 2 Tagen steigen beide auch ohne r. Durch Flüssigkeitseinsprützen in die Gefässe steigt bei Thieren die Harnausscheidung Blutverlusten sogleich, ebenso verhält sich die Galleausscheidung, die bei Blut-sten auch sehr bald cessirt (cf. S. 284). Auch hydropische und exsudative Ergüsse ver-ern die ganze Harnausscheidung. Bei Ruhr fand ich auch äusserst geringe tägliche toffmengen.

ämie, Harnvergiftung des Blutes entsteht dann, wenn durch gehemmte Nieren-heidung die in den Körperorganen gebildeten Harnbestandtheile im Blute zurückgehal-nd angehäuft werden. Dieser Zustand hat seit älteren Zeiten das Interesse der Aerzte auf lenkt. Man hatte früher die komatösen Erscheinungen, die Zuckungen und Krämpfe, e auf Unterdrückung der Nierenfunktion eintreten, allein dem gesteigerten Gehalt lutes an Harnstoff zugeschrieben. Die Untersuchungen Zalesky's haben ergeben, dass sche Erscheinungen (Koma) auch bei Vögeln und Schlangen eintreten, denen er die n ausgeschnitten oder die Ureteren unterbunden hatte, welche Thiere normal keinen stoff bilden und entleeren. Ihr Harn besteht hauptsächlich aus Harnsäure.

ist damit der Beweis geliefert, dass der Harnstoff bei den urämischen Erscheinungen tens nicht allein beschuldigt werden darf. Sicher kommen neben ihm auch andere und Agentien zur Wirkung, welche Veränderungen der normalen Zustände des Gehir-d der Nieren hervorbringen. Traube zeigte, dass schon ein gesteigerter Wassergehalt chirnes (Oedem), wie er in Folge der verminderten Nierenausscheidung eintritt, koma-ustände, die der Urämie ähneln, erzeugen könne. Meissner lehrte, dass nach Ein-ung von Kreatinin ins Blut von Hunden bei diesen Mattigkeit und Zuckungen eintreten. den Untersuchungen von Cl. Bernard, Traube und mir über die Wirkung der Kali-tehe ich nicht an, auszusprechen, dass ein Theil des Symptomenkomplexes der Urämie uf die Aufhäufung von Kalisalzen im Blute, die durch den Harn nicht entfernt n können, beziehen.

r haben also hier ein kombinirtes Resultat vor uns, an dem sich verschiedene Ein-die einander auch theilweise ersetzen können, betheiligen. Dem Harnstoff muss aber tig auch eine wichtige Rolle bei der Erzeugung der Urämie zugeschrieben werden. be gefunden, dass der Harnstoff für den Organismus (Frosch) ein sehr heftiges Gift ist. er fand, dass Harnstoff, in Dosen von 1—2 Grmm. Kaninchen in das Blut eingesprützt, ose Erscheinungen hervorrief. Aus meinen Untersuchungen ergiebt sich, dass der toff für alle Organe und Gewebe des Körpers vollkommen unschädlich ist, mit einziger hme einer ganz eng umgrenzten Partie im Gehirne, deren normale Thätigkeit er durch Anwesenheit, ebenso wie wir das bei den »ermüdenden Stoffen« in Beziehung auf den l finden werden, vernichtet. Die durch die Harnstoffeinsprützung betroffene Hirn-liegt zwischen der Mitte des Grosshirnes und der Mitte der Vierhügel (Frosch) wohin Setschenow das von ihm aufgefundene Reflexhemmungscentrum verlegt. Die Wir-der Harnstoffinjektion scheint mir primär eine Reizung des Reflexhemmungscen-zu sein, aus der sich allmählich eine Lähmung des gesammten peripherischen Reflex-tes entwickelt. Alle Reflexe werden daher nach der Harnstoffinjektion zuerst träger, hören sie ganz auf, während Rückenmark, peripherische Nerven und Muskeln keine derung ihrer Lebenseigenschaften erkennen lassen. Da neben den Reflexen auch die anbewegungen nach Harnstoffinjektion aufgehoben sind, so scheint der Harnstoff auch

auf das nervöse Organ des Willens (in den Grosshirnhemisphären?) lähmend
Ganz analog wie Harnstoff wirkt auch nach meinen Beobachtungen Hippursä
NER konnte keine Wirkung von Kreatin und Bernsteinsäure sehen; Harnsäure un
Natron fand ich ganz unwirksam.

Für den Arzt geht aus diesen physiologischen Mittheilungen hervor, dass
nur Anregung der Nierenthätigkeit helfen kann. Blutentziehung kann, da sie
dem Blute auch die Urämie erzeugenden Stoffe entzieht und eine Aufnahme
den Geweben in das Blut hervorbringt, wodurch die Gewebe mehr oder wenig
befreit werden, eine momentane Besserung der Erscheinungen bewirken.

Die Nieren als Entgiftungsorgane des Körpers. — Schon oben
führt, dass die Nieren wie die Lungen den Zweck haben, aus dem Körper »Gifte«
die aus dem Gewebsumsatz entstehen oder wie z. B. die Kalisalze in der Nahru
lich eingeführt werden. So lange die Nieren normal funktioniren, geschieht die
dieser Gifte so rasch, dass sie wenig Wirkung entfalten können. Bei Störungen in
funktion kann das aber ganz anders werden. Hier werden sich die Wirkungen gift
zen, die normal durch den Harn rasch ausgeschieden werden, sehr steigern
allem ist hier an die Kalisalze zu denken. CL. BERNARD und HERMAN haben du
such bewiesen, dass Stoffe, die ins Blut gebracht, giftig, vom Magen aus ab
wirken (z. B. Kurare), sogleich ihre Wirkung auch von dort aus entfalten, wen
unterbunden wurden.

Zur quantitativen Bestimmung der Harnsäure verwendet man 100—200 Kcm. Harn
setzt man mit 5 Kcm. koncentrirter Salzsäure und lässt sie 48 Stunden stehen.
Zeit hat sich an dem Boden und den Wänden des zur Ausscheidung benutzten
die Harnsäure in mehr oder weniger grossen, gefärbten Krystallen angesetzt. Man
kommen unter Zuhülfenahme einer kleinen abgestutzten Federfahne auf einem
im Uhrglasapparat getrockneten aschefreien Filter zu sammeln. Nun wird
Wasser ausgewaschen, bis das Waschwasser durch salpetersaures Silberoxyd
käsig gefällt wird, also keine Salzsäure (Chlor) mehr enthält. Dann wird das F
Krystallen von neuem bei 100° C. im Wasserbade getrocknet und gewogen, von
das Filtergewicht abzuziehen. Aus der in 100 oder 200 Kcm. Harn gefundenen
quantität rechnet man auf die während eines Tages ausgeschiedene Gesammtme
Kcm. hätten wir z. B. 0,04 Grmm. trockene Harnsäure gefunden. Wenn i
1500 Kcm. Harn entleert werden, so beträgt die Gesammt-Harnsäurequanti
dieser Zeit:

$$\frac{1500 . 0,04}{100} = 0,6 \text{ Grmm.}$$

Die Harnsäure ist in Wasser etwas löslich. Nach ZABELIN und VOIT wird der
dingte Fehler korrigirt, wenn man das Filtrat mit dem Waschwasser mischt u
Kcm. derselben 0,0045 Grmm. zu der gewogenen Harnsäurequantität addirt.

Bemerkungen für den Arzt. — In der Leukämie mit Milzvergrösseru
die tägliche Harnsäuremenge sowohl absolut als relativ zum Harnstoff bedeut
(H. RANKE). Im Fieber, wenn die Harnstoffausscheidung gesteigert ist, ze
auch eine korrespondirende Harnsäurevermehrung. In der chronischen Gicht
säuremenge im Harne vermindert. Im Diabetes mellitus soll zuweilen d
im Harne ganz fehlen, zuweilen ist sie in normaler Menge vorhanden. Grosse G
felsauren Chinins vermindern bei Gesunden die Harnsäure im Harne (H. RA
Besprechung der Stoffvorgänge in der Milz wurde schon erwähnt, dass H. RAN
Organe die Hauptstätte der Harnsäurebildung vermuthet.

Der qualitative Nachweis der Harnsäure wird bei Besprechu
mente gegeben werden.

Der Nachweis des Chlors im Harne geschieht qualitativ durch Zusatz von salp
Silberoxyd in Lösung, wodurch ein weisser, käsiger Niederschlag entsteht, d
Stehen am Lichte schwärzt: Chlorsilber, leicht löslich in Ammoniak.

Liebig lehrte eine einfache Titrirmethode zur quantitativen Bestimmung des Chlor-, ...ektive Kochsalzgehaltes im Harne. Zu dieser Bestimmung bereitet man sich eine Lösung ...reinem, geschmolzenem, salpetersauerem Silberoxyd, von dem man 29,063 Grmm. ...iegt, in Wasser löst und die Lösung bis zu einem Liter verdünnt. Die Lösung wird gut ...ischt, vor Licht geschützt in schwarzen Flaschen gut verschlossen aufbewahrt. 1 Kcm. ...er Silberlösung entspricht 10 Milligrmm. Chlornatrium oder 6,07 Milligrmm. Chlor.

Um die Kochsalzbestimmung im (eiweissfreien) Harne vorzunehmen, bringt man von ihm ...cm. in ein Becherglas, setzt einige Tropfen einer koncentrirten Lösung von neutralem ...omsauerem Kali hinzu und lässt nun aus der Bürette von der Silberlösung so lange ...essen, bis der beim Einfallen der Tropfen entstehende Niederschlag auch nach gutem ...hen der Flüssigkeit roth bleibt. Die erste bleibende Röthung zeigt an, dass nun alles ...r ausgefällt und eine Spur Silber an Chromsäure gebunden ist. Nach Ablesung der bis ...Rothwerden verbrauchten Silberlösung ist die Berechnung der Analyse genau nach den ...für die Titrirungen angegebenen Regeln vorzunehmen. Nach Hoppe-Seyler hat man ...den verbrauchten Kc. der Silberlösung für 10 Kc. Harn 1 Kc. abzuziehen, da die Resultate ...Titrirung etwa um so viel zu gross ausfallen.

...i exsudativen Entzündungsprocessen, bei denen viel Kochsalz in den Exsu...a abgelagert wird, so wie bei Ausscheidung von Kochsalz durch den Darm (S. 300) oder ...h starkes Schwitzen liegt die Kochsalzausscheidung im Harn darnieder, mit der Resorp... der Exsudate steigt sie wie mit dem Aufhören der krankhaften Darmausscheidung.

...ie **Bestimmung der Phosphorsäure im Harne.** — Essigsaueres Uranoxyd giebt mit ...phorsaueren Verbindungen in essigsauerer Lösung einen hellgrauen, flockigen Nieder...g. In saueren Uranoxydlösungen giebt Ferrocyankalium einen dunkelbraunen Nieder...g. Durch einen Zusatz von Ferrocyankalium kann also in einer essigsaueren Flüssig...in welcher man die Phosphorsäure mit essigsauerem Uranoxyde gefällt hat, ein Ueber...s von Uranoxyd nachgewiesen werden. Darauf gründet sich das Titrirverfahren bei ...mmung der Phosphorsäure in Lösungen und im Harne.

...an bedarf dazu:

Ferrocyankaliumlösung von unbestimmter Koncentration.

Eine Normallösung von phosphorsauerem Natron von bekanntem Phosphorsäurege... Das käufliche phosphorsauere Natron wird aus heissem Wasser umkrystallisirt, gut ...rocknet, zerrieben und zwischen Filtrirpapier nochmals abgepresst. Davon wiegt man ...5 Gramm ab, löst sie in Wasser und verdünnt die Lösung, bis sie gerade 1 Liter be... 100 Kcm. der Lösung enthalten 0,2 Gramm Phosphorsäure.

Eine Lösung von Essigsäure und essigsauerem Natron. Man löst dazu 100 Gramm ...allisirtes, essigsaueres Natron in Wasser, fügt 100 Kcm. starke Essigsäure hinzu und ...ünnt mit Wasser bis zu 1 Liter.

Titrirte Lösung von essigsauerem Uranoxyd. Um sie herzustellen, löst man käufliches ...oxyd in reiner Essigsäure und verdünnt etwas mit Wasser. Diese Lösung titrirt man ...ie Normalphosphorsäurelösung und verdünnt sie dann so, dass 1 Kcm. der Lösung ...de 0,005 Gramm Phosphorsäure entsprechen.

...ur Ausführung der Phosphorsäurebestimmung im Harne bringt man 50 Kcm. des Har...n ein Becherglas, fügt 5 Kcm. der Essigsäuremischung zu, erhitzt auf dem Wasserbade ...lässt nun von 1 Kcm. zu 1 Kcm. von der titrirten Uranlösung so lange zufliessen, bis ...ropfen der Flüssigkeit, den man auf eine weisse Porzellanplatte mit dem Glasstabe ge...ht hat, mit einem Tropfen Ferrocyankalium, den man von der Seite her in den ersten ...fen einfliessen lässt, eine erkennbare bräunliche Färbung giebt. Rechnung wie oben.

...ach heftigen Muskelkrämpfen (Chorea major) fand ich die Phosphorsäureausscheidung ...utend vermehrt.

...ie **Bestimmung der Schwefelsäure im Harne.** — Man titrirt mit einer Lösung von Chlor...um und sucht den Punkt, wo in einem klaren Tropfen der Lösung ein zugesetzter

Tropfen einer schwefelsaueren Natronlösung eben eine weisse Trübung hervor
Zeichen, dass man einen Ueberschuss von Chlorbaryum zugesetzt hat. Man bed
einer Chlorbaryumlösung von solcher Koncentration, dass 1 Kcm. 10 Mill
Schwefelsäure fällen. Man bereitet sie durch Auflösen von 30,5 Gramm k
tem, gepulvertem, lufttrockenem Chlorbaryum und Verdünnen der Lösung bi
Misst man von dieser Lösung 100 Kcm. ab und verdünnt sie auf 1 Liter, so e
dieser verdünnten Lösung, welche für feinere Bestimmungen sich empfiehlt,
0,001 Gramm Schwefelsäure.

Zur Bestimmung der Schwefelsäure werden 50 Kcm. Harn in einem Glask
etwas Salzsäure versetzt und auf freiem Feuer aufgekocht. Zur siedende
setzt man Kcm.-weise die Barytlösung aus einer Burette zu, schüttelt gut und l
standenen Niederschlag sich absetzen, was sehr rasch eintritt. Nun nimmt m
mit einem breiten Glasstabe von der obenstehenden, klaren Flüssigkeit einen
aus, bringt ihn in ein Uhrglas und setzt einen Tropfen Chlorbaryumlösung z
dadurch eine Fällung von Schwefelsäure (weisse Trübung), so hat man noch
baryum aus der Burette zufliessen zu lassen. Zu diesem Zwecke kocht man
den Harn von neuem und tropft dann die Barytlösung ein, schüttet wieder um
setzen. So fährt man fort, bis Chlorbaryum keinen Niederschlag mehr bewirkt
solcher mit schwefelsauerem Natron eintritt. Hat man den Harn mit Salpeter
verbrannt und bestimmt nun die Schwefelsäure, so ergiebt die Bestimmung ei
beträchtlich höheren Schwefelsäuregehalt als im frischen Harne. Nach Von
Harn normal einen schwefelhaltigen Körper, der beim Verbrennen Schwefel

Schwefelwasserstoff im Harn ist mit Papier, das man mit essigsauerem Blei un
moniak befeuchtet hat, durch die eintretende Schwärzung des Papieres nachzu
mit einer Lösung von Nitroprussidnatrium und einem Tropfen verdün
lauge befeuchteter Papierstreifen färbt sich durch Schwefelwasserstoff purpu
Nachweis bringt man Harn in eine Glasflasche und hängt das Reagenspapier in
das man mit dem Kork der Flasche befestigt. Der Geruch des schwefelwasse
Harnes ist von dem des Schwefelwasserstoffs verschieden.

Man kannte bisher Nichts, was sein Auftreten im Harne bei manchen Kran
den erklären konnte. In allen von mir beobachteten Fällen enthielt solcher
Schönbein fand, dass jeder Harn, den man mit amalgamirten Zinkspänen u
versetzt, Schwefelwasserstoff entwickelt. Neuerdings wird angegeben, dass da
zusatz allein genügt. Mit Zinkspänen entwickelt nach meinen Versuchen je
jeder Säure Schwefelwasserstoff. In sehr sauerem Leichenharn nach Typhus s
Schwefelwasserstoff in bedeutender Menge. Bei einem Patienten, dessen Harn ei
dem Katheter abgenommen war, fand ich Schwefelwasserstoff in dem frisch entl
reagirenden Harn, so dass unzweifelhaft der Schwefelwasserstoff schon in der B
war. Im Athem konnte ich ihn jedoch nicht nachweisen. Dieser Harn hatte in
die Fähigkeit, aus anderen Harnen, denen er in wenig Tropfen zugesetzt wa
wasserstoff zu entwickeln. Es zeigte sich, dass diese Fähigkeit, sich an or
mischungen, Fermente knüpfte, die in dem schwefelwasserstoffhaltigen Har
waren. Die in ihm entstehenden Schimmel- und Gahrungspilze erregten in n
gebracht nach einigen Tagen Schwefelwasserstoffentwickelung. Der so geimpfte
seinen eigenthümlichen Zersetzungsvorgang durch die in ihm entstandenen
wieder auf einen dritten überpflanzen. Es unterliegt also keinem Zweifel, da
der Schwefelwasserstoffentwickelung im Harne mit einer Gährungserschei
haben, die ich als Schwefelwasserstoffgährung bezeichne. Von selbst
in normalen Harnen niemals auftreten sehen, wenn ich von einem zweifelhaf
sehe. Die Schwefelwasserstoffgährung geht nur in saueren und neutralen Harn
sie sistirt in stark alkalischen, aus denen man auch mit Zinkspänen keinen Sch

twickeln kann. Die Quelle, welche den Schwefel für den Schwefelwasserstoff in der felwasserstoffgährung liefert, ist der oben bei der Schwefelsäurebestimmung genannte felhaltige Harnbestandtheil, der durch die Schwefelwasserstoffentwickelung vermindert nd schliesslich verschwindet, wie mir direkte Bestimmungen ergeben haben. Das Fer- welches die Wasserstoffgährung im Harne erzeugt, konnte ich bisher nicht näher be- n. Ein Zusatz von einer Anzahl fauliger Stoffe zu normalem Harn ergab mir negative te, es entstand dadurch kein Schwefelwasserstoff. Vielleicht ist es dem Harne bei- hter faulender (?) Eiter, welcher diese eigenthümliche Zersetzung bewirkt.

Die Harnsedimente. Ihre Entstehung und Untersuchung.

nanchen Fällen wird der Harn schon trüb aus der Blase entleert. Bei längerem Stehen ich dann häufig ein Bodensatz ab, während die überstehende Flüssigkeit klar wird. ufiger ist es, dass sauer reagirender Harn vollkommen klar ausgeschieden wird und chher sich trübt und ein mehr oder weniger rothes Sediment, »Ziegelmehl«, Harn- und harnsaueres Natron mit harnsauerem Kalk fallen lässt. Nach längerem sedimentirt jeder normale Harn, da er dann alkalisch wird.

n glaubte früher, dass das Auftreten eines Niederschlags in klar entleertem sauerem auf einer eigenthümlichen Gährungserscheinung beruhe, die man sauere Gährung . Der sauer entleerte Harn soll nach einiger Zeit anfangen, mehr Säure (Milchsäure) len, sodass seine sauere Reaktion an Stärke zunimmt. Diese neugebildete Säure sollte enso wirken wie ein Säurezusatz zum Harne, durch welchen wir eine Ausfällung der ure eintreten sehen. In der Mehrzahl der Fälle tritt das Sedimentiren aber sicher aus viel naheliegenderen Grunde ein. Im Harne sind alle Salze als sauere Verbindungen den. Die sauere Harnreaktion rührt vor allem von sauerem phosphorsauerem Natron ali her. Die Harnsäure ist im Harne meist an Natron gebunden als saueres harnsaueres gelöst. Die Löslichkeit dieses Salzes ist nicht sehr gross und sehr von der Tempera- s Lösungsmittels abhängig. Jeder Krankenwärter weiss, dass in einer kalten Nacht, es auch in den Krankensälen kalt geworden ist, alle Harne sedimentiren. Der Grund, ein Niederschlag (harnsaueres Natron) eintritt, liegt also oft einzig in der Abkühlung rnes. Wenn der Harn, wie es besonders bei sparsamer Harnmenge in fieberhaften heiten etc. vorkommt, für die Temperatur des Körpers nahezu mit harnsauerem Na- esättigt ist, so wird er sedimentiren, sobald er, aus der Blase entleert, anfängt ab- len. Bei weniger koncentrirten Harnen fällt bei der Normal-Zimmertemperatur noch heraus, hier bedarf es dazu einer stärkeren Temperaturerniedrigung. Dass es sich meisten Sedimentirungen im saueren Harn um dieses Verhältniss handelt, geht dar- rvor, dass die Sedimente meist verschwinden, wenn man den Harn auf die Bluttem- r erwärmt. Das sauere phosphorsauere Natron wirkt auf das harnsauere Natron stich auch zersetzend ein (Hofmann), sodass wie durch eine freie Säure reine Harn- aus jedem Harn abgeschieden werden kann.

n pflegt sedimentirende Harne »kritische Harne« zu nennen. Man dachte sich nkmachende Ursache direkt als einen Stoff, den der Organismus auszustossen hätte, ieder zur Norm zurückzukehren. Man pflegte dazu »kritische Entleerungen« durch spirationsorgane, den Darm, den Schweiss und namentlich den Harn anzunehmen. zteren schien am leichtesten die Materia peccans anschaulich zu werden; man nahm übung des sonst klaren Harnes direkt für eine solche. Offenbar bedeutet das Auftreten stärkeren Sedimentirung im saueren Harne nur, dass der Harn entweder durch bedeu- Stoffzersetzungen oder durch Wassermangel koncentrirter als gewöhnlich ist. tztere Grund ist bei weitem der häufigere. Man würde sehr irren, wenn man annehmen , dass das ziegelrothe Sediment im Harn bedeutet, dass eine Mehrausscheidung von Harn- stattgefunden habe. In den allermeisten Fällen findet sich in (von harnsauerem Natron)

sedimentirenden Harnen die Harnsäure absolut **nicht** vermehrt, wenn wir nicht pr
sondern auf eine bestimmte Zeit der Ausscheidung rechnen. Im Fieber erscheint di
abgabe durch die Perspiration meist gesteigert, daher finden wir hier gerade
starken Märschen, bei denen man geschwitzt hatte, oder noch mehr nach Sch
den dann sparsamen Harn fast regelmässig sedimentirend. Schon HIPPOKRATES k
Wirkung des Schwitzens.

Wenn der Harn längere Zeit steht, so bilden sich in ihm Zersetzungsvorgä
rungserscheinungen aus, beruhend auf der Anwesenheit organisirter Ferm
hefe, Fadenpilzen, Konferven, Algen, Infusorien etc., welche zu einer Umsetzung de
in kohlensaueres Ammoniak führen. Je mehr sich von diesem Stoff bildet,
nimmt die sauere Reaktion des Harnes ab, er wird neutral und hierauf von Tag
ker alkalisch. Der Harn braust nun mit Säure (Kohlensäureentwickelung) un
Es setzt sich ein weisses Sediment ab, bestehend aus den durch das Ammoniak
Erdphosphaten. Das Sediment besteht aus **phosphorsauerem Kal**
phorsauerer Ammoniak-Magnesia und **harnsauerem Ammoni**
alkalische Gährung tritt bei verschiedenen Harnen zu sehr verschiedenen Zeiten
rend sich sauerer Harn an kühlem Orte bedeckt, am besten unter einer Oelschi
wahrt, sehr lang unzersetzt hält, wird mancher Harn namentlich bei krankhafte
der Blasenschleimhaut, wenn Blasenschleim oder Eiter etc. dem Harne beigemi
weder sogleich alkalisch entleert, oder wenn er bei seinem Austritt auch sauer
nimmt er doch sehr rasch die alkalische Reaktion an. Es leuchtet ein, dass
von anderen Gründen, die beiden Ursachen der Sedimentirung: sehr stark sau
eines koncentrirten Harnes, wodurch Harnsäure ausgeschieden werden kann,
lische Reaktion des Harns in der Blase zur Bildung von Niederschlägen in der
und damit zur Entstehung des schmerzhaften und gefährlichen Leidens der
Harnblasensteine Veranlassung geben können. Sitzt der krankhafte Pr
Nierenbecken oder Ureteren, so können sich dort Konkretionen verschiedener
rensteine ansetzen, welche bei ihrer Ablösung und Ausstossung, während sie de
siren, die bekannten, qualvollen Schmerzen in der Nierengegend gegen die Blase

Die mikroskopische Analyse der Harnsedimente giebt für de
kommen genügenden Aufschluss über das Wesen derselben. Das Mikroskop zeig
auch Formelemente, welche das freie Auge nicht als Sediment erkannt hat. Es
allem Epithelzellen aus der Blase und den übrigen Harnwegen, welche als zufäl
theile in jedem Harne enthalten sind. Ebenso etwas Schleim mit Schleimkörp
krankhaften Zuständen der Nieren (Harnkanälchen) zeigt sich im Harne auch
der Harnkanälchen. Diese Zellen lassen sich durch ihre bekannte Gestalt (c
kennen. Manchmal findet man sie mehr vereinzelt oder zu mehreren zusamm
manchmal bekommt man ein cylindrisches Stück eines zusammenhängenden E
eines Kanälchens zu sehen: **Epithelcylinder**, dann meist mit undeutlichen Ze
aber deutlichen Kernen. Meist sind die Zellen in verschiedenen Stadien des Zerf
diesen cylindrischen Gebilden kommen noch andere mehr oder weniger durchsi
der vor, welche in sich eingebettet oft noch erkennbare Epithelzellen, oft nur
kulär zerfallene Masse erkennen lassen: es sind die sogenannten **Fibrincylin**
einen Fibrinabguss der Harnkanälchen darstellen. Sind sie fast ganz ohne Körn
rung, durchscheinend, so werden sie als **hyaline Cylinder** bezeichnet.
fortgeschritteneren Nierenleiden an.

Die **Sedimente** können bestehen aus:

I. **unorganisirten Stoffen; in sauerem Harn:** harnsaueres Natron
sauere Kalk, Fett, oxalsauerer Kalk, Harnsäure, Cystin; **im alkalischen H**
phorsauere Ammoniakmagnesia, harnsaueres Natron.

II. **organisirten Körpern:** Schleimgerinnsel und Schleimkörperchen,

die oben beschriebenen Harncylinder, Spermatozoiden, Gährungs- und Fadenpilze. lzellen der Nierenkanälchen und Harnwege.

Schema zur Mikroskopie der Sedimente
(nach Neubauer).

der Untersuchung des Harnes ist es nothwendig zu wissen, ob der Harn frisch ge- oder vielleicht schon durch die Harngährung verändert ist. Dann prüft man die n auf Pflanzenpapier, lässt wenn nöthig in einem verschlossenen Glase das Sediment setzen, giesst die überstehende Flüssigkeit ab und bringt einen Tropfen, der reich an nt ist, auf ein Objektglas.

A. Der Harn reagirt sauer.

as ganze Sediment ist amorph, es zeigen sich keine Krystalle.
as Sediment löst sich bei dem Erwärmen einer Portion des sedimentirenden Harnes n Proberöhrchen oder auf dem Objektglase vollkommen auf. Es deutet dies auf harn- Salze. Man setzt zu einem Tropfen des Sedimentes auf dem Objektglase einen Tropfen re zu und lässt $^1/_4$—$^1/_2$ Stunde stehen. Bei Gegenwart von Harnsäure sind nach die- t rhombische Tafeln von Harnsäure gebildet (Fig. 140). In den meisten Fällen ist liment mit mehr oder weniger Harnfarbstoff roth gefärbtes harnsaueres Natron mehl) (Fig. 139).



Fig. 139. Krystalle und amorpher Niederschlag des harnsaueren Natron.

Fig. 140. Harnsäure in ihren verschiedenartigen Krystallformen. Bei *a a a* Krystalle, wie sie bei Zersetzung harnsauerer Salze erhalten werden; bei *b* Krystallisationen der Harnsäure aus dem menschlichen Harne; bei *c* sogenannte Dumb-bells.

as Sediment löst sich beim Erwärmen nicht auf, wohl aber in Essigsäure ohne Brau- s ist wahrscheinlich phosphorsauerer Kalk. Der Beweis kann nur chemisch Harnsteine) geliefert werden.
Finden sich unter dem amorphen Sedimente stark lichtbrechende, silberglänzende hen, die in Aether löslich sind, so deuten diese auf Fett (sehr selten).
Das Sediment enthält ausgebildete Krystalle.
Kleine glänzende, vollkommen durchsichtige, das Licht stark brechende Quadrat- ler, mit Briefkouvertform, in Essigsäure unlöslich sind, oxalsauerer Kalk (Fig. 141).

b) Vierseitige Tafeln oder sechsseitige Platten von rhombischem Habitus, aus durch Abrundung der stumpfen Winkel spindel- und fassförmige Krystalle entst Harnsäure (Fig. 140 b.). Meistens sind diese Sedimente mehr oder weniger gelbbr

Zur Bestätigung löst man das Sedime Tropfen Natronlauge auf dem Objekt einen Tropfen Salzsäure hinzu und die I. *a*) beschriebenen Krystallfor

c) Reguläre sechsseitige Tafeln, Salzsäure und Ammon auflösen, be verkohlen und verbrennen (und Lösung von Bleioxyd in Natronla eine Ausscheidung von Schwefe gen), bestehen aus Cystin (aus (Fig. 142).

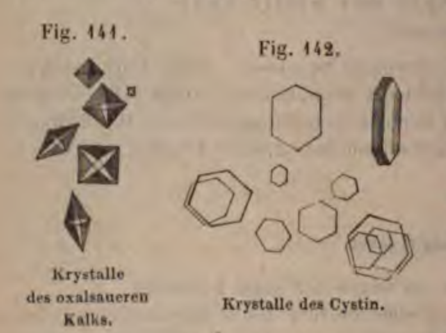


Fig. 141. Krystalle des oxalsaueren Kalks.

Fig. 142. Krystalle des Cystin.

III. Das Sediment enthä sirte Körper (Fig. 143).

a) Gewundene Streifchen, welche aus reihenförmig geordneten, sehr fein und Körnchen (amorpher Masse) bestehen, sind Schleimgerinnsel, oft harnsauerem Natron, das fast ebenso aussieht.

b) Kleine, manchmal kontrahirte, runde, granulirte Zellen meist an einand in den unter *a*) beschriebenen Schleimmassen sind Schleimkörperchen.

c) Kreisrunde, schwach bikonkave, das Licht stark brechende Scheibchen, lich oder mit einem rothen Punkt in der Mitte sind Blutkörperchen. E auch kugelig aufgequollene (in sehr verdünntem Harne) sowie geschrumpfte, Formen (im koncentrirten Harne). Essigsäure macht sie stark aufquellen und einiger Zeit.

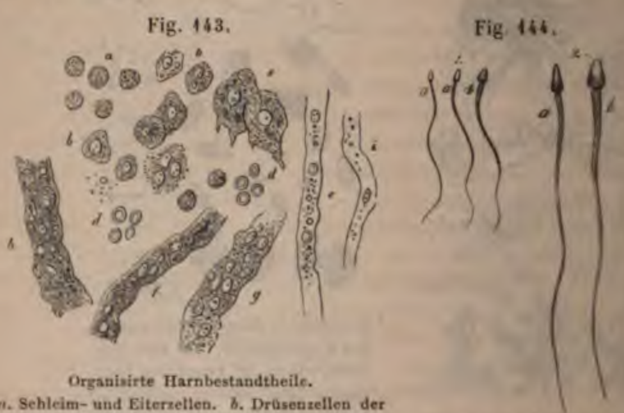


Fig. 143. Organisirte Harnbestandtheile. *a*. Schleim- und Eiterzellen. *b*. Drüsenzellen der Harnkanälchen, theils mit Fett erfüllt, theils im Zerfall begriffen. *c*. Pflasterepithelien der Blase. *d*. Blutzellen. *e*. *f*. *g*. *h*. *i*. verschiedene Erscheinungsformen der Fibrincylinder.

Fig. 144. Samenfäden des Menschen. 1. 350mal vergr. 2. 800mal vergr. *a*. Von der Seite. *b*. Von der Fläche.

d) Ku mattgranuli len von etw dener Grös Essigsäure aufquellen, tes Ansehen Kerne von Form und G kennen lass terkörper Schleimkörp

e) Cylind meist etwas weder fast sichtig, oder mehr oder w setzt, auch n len der Ha sind die der: hyaline Cylinder oder Epithelcylinder (Fig. 143).

f) Spermatozoiden erkennt man an der charakteristischen Gestalt (Fig.

g) Gährungs- und Fadenpilze besonders in diabetischem, gähre (Fig. 148).

B. Der Harn ist alkalisch.

Das Sediment enthält Krystalle.

Fig. 145.



Krystalle der phosphorsaueren Ammoniak-Magnesia.

Kombinationen des rhombischen vertikalen as, die mit Sargdeckeln Aehnlichkeit haben, löslich in Essigsäure sind und beim Erwärmen tronlauge Ammoniak entwickeln (ein befeuchgelbes Kurkumapapier bräunt sich über die e gehalten), sind phosphorsauere Ammoniak-Magnesia (Fig. 145).

lte mit diesen oxalsauerer Kalk (Fig. 144) voren, so behandelt man das Sediment auf dem gläschen mit einem Tropfen Essigsäure; die lle der phosphorsaueren Ammoniak-Magnesia n sich lösen, während die Briefkouvertformen alsaueren Kalks ungelöst zurückbleiben.

Sedimente von Tyrosin bei akuter Leberie (auch im saueren Harn) cfr. S. 72, Fig. 51).

Kugelige undurchsichtige Massen, stechapfelit feinen Spitzen besetzt oder drüsenförmige merate aus kleinen, keulenförmig gebogeKörpern sind harnsaueres Ammoniak 46).

Das Sediment enthält amorphe en.

einem alkalischen Harne bestehen diese aus phorsauerem Kalke.

Das Sediment enthält organische er.

selben, welche unter A. III. a—g angeführt n; ausserdem Gährungs- und Fadenpilze, rien, Konferven (Fig. 147).

Fig. 146.



Ausscheidungsformen des harnsaueren Ammoniaks aus alkalischem Harn neben Krystallen des oxalsaueren Kalks und der phosphorsaueren Ammoniak-Magnesia.

Fig. 147.



Gährungs-, Schimmel- und Vibrionenbildung im Harn.

Harnsteine und ihre Bestimmung.

e Blasen- und Nierensteine des Menschen bestehen aus: Harnsäure, harnsaueren , Xanthin, Cystin, phosphorsauerer Ammoniak-Magnesia, oxalsauerem Kalk, phosphorem Kalk, kohlensauerem Kalk, Fett und eiweissähnlichen Verbindungen wie Schleim, elien, Blutkoagula etc.

i v. Gorup-Besanez finden wir folgende Angaben:

Die Harnsteine bestehen am häufigsten grösstentheils oder ganz aus Harnsäure,

Sie sind dann meist hart, von rothbrauner, braungelber, selten weisser Farbe; die
fläche kann glatt oder mit stumpfen Warzen besetzt sein, der Bruch zeigt sich krystal
oder erdig. Auf dem Durchschnitt erscheinen dünne, koncentrische Schichten.

2) Nur aus harnsauerem Ammoniak bestehende Steine sind selten, meist
sich solche Steine als Gemenge von harnsauerem Ammoniak mit freier Harnsäure u
ren harnsaueren Salzen. Am häufigsten findet man sie bei Kindern, äusserlich ä
meist den eigentlichen Harnsäuresteinen.

3) Harnsauere Salze mit feuerbeständiger Basis (Kali, Natron, Kal
sich als Beimengungen von Steinen aus Harnsäure. Von der freien Harnsäure lassen
durch kochendes Wasser trennen.

4) Häufig sind Steine aus oxalsauerem Kalk. Gewöhnlich erscheinen sie m
einer Menge von Warzen besetzt (Maulbeersteine), dunkel, bräunlich gefärbt
von ziemlicher Grösse. Selten sind sie klein, blass, glatt: Hanfsamensteine.

5) Steine aus phosphorsaueren Erden. Diese Steine haben eine weissli
sind erdig, kreidig, bisweilen porös, zuweilen geschichtet und schalig.

6) Steine aus Xanthin sind sehr selten; Wöhler beschreibt einen solchen S
war an der Oberfläche von hellbrauner, stellenweise von weisslicher Farbe, auf d
matt, bestand aus koncentrischen Schichten, bekam durch Reiben Wachsglanz
ungefähr dieselbe Härte wie die harnsaueren Steine.

7) Steine aus Cystin sind ebenfalls sehr selten. Sie sind von gelblicher Far
Oberfläche, auf dem Bruche krystallinisch.

Den Krystallisationskern der Steine bildet meist ein Schleimpfröpfchen, irgend
festweicher Körper: Eiter, Blut, Epithelialpfropf etc., um welche sich die stein
Stoffe niederschlagen.

In sehr geringen Mengen und selten ist Kieselerde in Steinen beobachtet
findet sich häufiger kohlensauerer Kalk neben kohlensauerer Magnesia. Man
let hie und da Mörtelstückchen im Harn bei Simulation von Harnst
Harngries.

Schema zur Untersuchung der Harnsteine.

(nach v. Gorup-Besanez).

Für die Analyse der Harnsteine (und anderer Konkretionen) unterscheidet m
rup-Besanez):

1) vollkommen verbrennliche Steine,
2) zum Theil verbrennliche,
3) unverbrennliche.

Um diese Unterscheidung machen zu können, wird ein kleines Stückchen des S
pulvert und von diesem Pulver eine Messerspitze als Probe auf einem reinen P
über der Weingeist- oder Gasflamme erhitzt. Die vollkommen verbrennlichen S
stehen nur aus organischen Materien; meist sind aber organische Stoffe und an
Stoffe gemischt, sodass sich das Pulver auf dem Platinblech schwärzt, verbrannt
oder weniger viel Asche zurücklässt. Auch Steine, welche ganz (der überwiegend
masse nach) aus anorganischen Stoffen bestehen, schwärzen sich bei dem Glühen,
stets etwas organische Materie beigemischt ist, sie brennen aber leicht weiss, ohne
eine merkliche Volumveränderung erkennen lässt.

I. In vollkommen verbrennlichen Konkretionen kann enthalten sein, in Ha
Harnsäure, harnsaueres Ammoniak, hippursaueres Ammoniak, Xanthin, Cystin, i
Konkretionen: Cholestearin, Gallenfarbstoff (beide in Gallensteinen), Fibrin, Alb
Haare.

II. In zum Theil verbrennlichen Konkretionen können enthalten sein: harnsa
tron, harnsauerer Kalk und alle unter I. angegebenen Stoffe.

III. Die unverbrennlichen Steine enthalten keine organische Beimischung.

A. Steine, welche beim Erhitzen auf Platinblech ohne oder mit geringem Rückstand verbrennen.

Man löst von dem Pulver eine sehr geringe Menge auf einem Porzellanscherben in **n Tropfen** Salpetersäure und dampft nun auf möglichst kleiner Flamme unter fortwäh-**sem Blasen** und Wegnehmen des Scherbens von der Flamme zur Trockene.

Es entsteht eine rothgelbe Färbung, die mit einem Tröpfchen Ammoniak, das man **der Seite** langsam zufliessen lässt, schön purpurroth wird: der Stein enthält Harn-**e** (**Murexidprobe** S. 73).

ocht man eine Portion des Steinpulvers mit Aetzkali, so entsteht keine Ammoniakent-**lung** (durch den Geruch und feuchtes in den Ammoniakdämpfen sich bräunendes Kur-**apapier** nachzuweisen), wenn der Stein aus reiner Harnsäure besteht. Besteht er aus **sauerem** Ammoniak, so zeigt sich beim Kochen Ammoniak.

) *a*. Giebt der Versuch der Murexidprobe kein Resultat, wird die abgedampfte salpeter-**re Lösung** nicht roth, sondern citronengelb, mit Kali rothgelb, beim Erhitzen violett-**so kann** der Verdacht auf Xanthin entstehen. Es ist in kohlensauerem Kali unlöslich.

Entsteht bei dem Abdampfen der Salpetersäure eine dunkelbraune Färbung, ist **Stein** in kohlensauerem und kaustischem Ammoniak löslich, aus letzterer Lösung in **oskopischen** sechsseitigen Tafeln krystallisirend und durch Essigsäure daraus fällbar, **t man** das ebenfalls äusserst seltene Cystin vor sich.]

teine, welche beim Erhitzen auf Platinblech einen beträchtlichen Rückstand hinterlassen.

) Der Rückstand schmilzt leicht vor dem Löthrohre.

'erbreitet beim Erhitzen den Geruch nach Ammoniak, noch deutlicher bei dem Erwär-**mit Kali**, ohne Aufbrausen in Essigsäure löslich, aus dieser Lösung durch Ammoniak **tallinisch** fällbar, Glührückstand weissgrau: Phosphorsauere Ammoniak-**gnesia**.

) Der Rückstand schmilzt nicht vor dem Löthrohr.

) Rückstand weiss, nicht alkalisch, braust weder vor noch nach dem Glühen mit Säu-**aus** der salzsaueren Lösung durch Ammoniak fällbar. Die essigsauere Lösung, mit oxal-**rem** Ammoniak versetzt, scheidet oxalsaueren Kalk aus: basisch phosphorsaue-**Kalk**.

) Die frische Probe von Essigsäure nicht angegriffen, von Mineralsäuren ohne Auf-**sen** gelöst und durch Ammoniak niedergeschlagen. Der Rückstand nach dem Glühen **dem** Platinblech alkalisch, mit Säuren brausend: Oxalsauerer Kalk.

) Die Probe verbreitet beim Glühen stark weisses Licht, braust schon vor dem Glühen **Säuren**, wird aus der neutralisirten salzsaueren oder aus der essigsaueren Lösung durch **saueres** Ammoniak gefällt: Kohlensauerer Kalk.

) Die Probe giebt die Murexidprobe, enthält also Harnsäure, hinterlässt aber beim Glühen **n Rückstand**.

a) Dieser schmilzt vor dem Löthrohr und ertheilt der Löthrohrflamme eine inten-**gelbe** Färbung: Harnsaueres Natron.

b) Verhält sich wie *a*), giebt aber keine gelbe Flamme sondern eine violette und in der **saueren** Lösung mit Platinchlorid einen gelben Niederschlag: Harnsaueres Kali.

c) Schmilzt nicht vor dem Löthrohr und verhält sich nach dem Glühen als **lensauerer Kalk**: Harnsauerer Kalk (2. *c*.).

d) Schmilzt nicht vor dem Löthrohr, der Rückstand löst sich unter schwachem Auf-**usen** in verdünnter Schwefelsäure und wird aus dieser Lösung durch Kali oder phosphor-**aeres Natron** und Ammoniak gefällt: Harnsauere Magnesia. —

Die hie und da vorkommenden **Prostata-, Speichel-, Nasen-, Brus**
Darmsteine etc. bestehen meist neben thierischen Materien: verhärtetem Schle
thelien, eiweissartigen Körpern, überwiegend **phosphorsaueren** und **kohle**
ren Erden, welche nach dem angegeben Schema zu erkennen sind. Die thieris
mischungen stossen bei dem Verbrennen den Geruch nach verbranntem Harn aus.

Zufällige Harnbestandtheile.

Einige Stoffe, die wir in der Nahrung oder als Medikamente in den Körper einf
scheinen im Harne entweder unzersetzt oder mehr weniger verändert wieder. I
können als zufällige Harnbestandtheile bezeichnet werden. Oxydirbare Stoffe
im Harn mit Sauerstoff verbunden in höheren Oxydationsstufen, als sie eingefüh
Nur in seltenen Fällen beobachten wir den Durchgang des Stoffes durch den Orga
einer Desoxydation verbunden. Stoffe, welche mit den Substanzen des Körpers
liche Verbindungen bilden, wie z. B. die Metalle, erscheinen nur dann im Harne
in sehr grossen Gaben gereicht wurden. Sie werden grösstentheils in die Leber, (
z. B., aber auch in alle anderen Organe, namentlich Lymphdrüsen, Nieren, Ner
und peripherische Nerven geführt, dort abgelagert und wahrscheinlich mit der
weise im Kothe entleert.

Es gehen in den Harn über (Gorup-Besanez): I. **Unverändert:**

a) von **anorganischen Stoffen**: die Athemgase mit der Kohlensäure, ko
Alkalien, Salpetersäure, chlor-, bor-, kieselsauere Alkalien, Chlor-, Iod- und Br
Ammoniak und sauere Salze. In sehr grossen Mengen eingeführt, oder bei fortge
fuhr in kleinen Mengen Salzen der schweren Metalle: Gold, Zinn, Wismuth, B
Quecksilber, Zink, Chrom, auch Arsen und Antimon.

b) von **organischen Stoffen**: freie organische Säuren, gehen nach Wö
stens theilweise unverändert in den Harn über (während **neutrale pflanz**
Alkalien im Harn als kohlensauere Alkalien auftreten und den Harn alkalisc
auch Pikrin- und Hippursäure, Rhodankalium, Kaliumeisencyanür, Chinin, Morph
nin, Leucin, Harnstoff, die meisten **Farb-** und **Riechstoffe** gehen ohne oder
ringer Veränderung in den Harn über. Wöhler konnte im Harne wiederfinden di
von: Indigo, Krapp, Gummigutt, Rhabarber, Kampecheholz, Rüben, Heidelbe
die Riechstoffe von: Valeriana, Knoblauch, Asa foetida, Kastoreum, Safran, Terp

Durch die Farbstoffe von **Rheum** und **Senna**, zwei sehr häufig gebrauch
mittel, kann der Urin so gefärbt werden, dass ein Verdacht auf Blut entstehen
Harnfarbe kann durch sie tiefroth werden. Solcher Harn wird durch einen Z
Mineralsäure heller lichtgelb, während bluthaltiger Harn dadurch nicht aufgel
dunkler wird.

Theilweise finden sich im Harn wieder: Traubenzucker, Rohrzucker, Mannit
in übergrossen Mengen in den Magen gebracht oder direkt ins Blut eingespritzt.

II. **Nicht wieder gefunden wurden im Harn**, auch nicht irgendwi
vom Magen aus: Kampher, Harze, Bernsteinsäure, Gallensäuren, Anilin, Mosch
Kokkusroth, Lakmus, Chlorophyll und Alkannafarbstoff, Kreatinin (?).

III. **Chemisch verändert erscheinen im Harn**: freies Iod als Iodka
felkalium als schwefelsaueres Kali, saueres schwefligsaueres und unterschwe
Natron als schwefelsaueres Natron; Kaliumeisencyanid als Cyanür; Gerbsäure
säure; Benzoë-, Zimmt- und Chinasäure, dann Bittermandelöl und Benzoeäther
als Hippursäure; Nitrobenzoësäure als Nitrohippursäure; Salicin als salicylige S
cylsäure, Saligenin; Toluylsäure als Tolursäure; Aepfelsäure, Asparazin als Bern
Harnsäure als Kohlensäure, Oxalsäure und Harnstoff; Xanthogensäure als Schwe
stoff; Glycin als Harnstoff und Harnsäure; Theïn und Theobromin als Harnstoff

in, Allantoin, Leucin als Harnstoff (?); Kreatin als Kreatinin und Harnstoff; Allylsul-**bamid** (Thiosinnamin) als Rhodanammonium; Amygdalin als Ameisensäure; Indigo-**als** Indigoweiss; Santonin als rothgelbes Pigment; neutralpflanzensauere Alka-**als** kohlensauere Salze.

ie Untersuchungen wurden von Wöhler, Lehmann, H. Ranke, Meissner u. v. A. an-**llt.**

Systematischer Gang der Harnuntersuchung für ärztliche Zwecke.

Beabsichtigt man quantitative Untersuchungen zu machen, so hat man zuerst die wäh-**einer** bestimmten Zeit (24 Stunden) gelassene und genau, ohne allen Verlust gesam-**Harnmenge** zu messen. Man misst in einem Messglas, welches 500 oder 1000 Kcm. **Die** Angabe der Harnmenge geschieht in Kubikcentimetern.

Man bestimmt das specifische Gewicht des Harnes. Dazu genügt die Bestimmung mit **Senkwage**: Urometer. Je tiefer das Urometer einsinkt, desto geringer ist das speci-**Gewicht** des Harnes, das man an der Urometerskala abliest.

Man prüft mit Lakmus- und Kurkumapapier die Reaktion am besten so, dass man mit **a Glasstabe** einen Tropfen aus dem Harne herausnimmt und auf das Reagenspapier **t.** Die Grenze des Tropfens auf dem Papiere (bei sauerer Reaktion roth auf dem blauen **uspapier**, bei alkalischer Reaktion braun auf dem gelben Kurkumapapier), zeigt die **tion am** deutlichsten.

Etwaige Sedimente untersucht man nach den oben dafür angegebenen Regeln.

Eine kleine Portion untersucht man auf Eiweiss durch Erhitzen, eine andere durch **ersäurezusatz** nach den angegebenen Regeln. Entsteht ein Koagulum, so ist Eiweiss **nden.** Zu den weiteren Prüfungen muss dieses abfiltrirt werden. Das Koagulum ist **siss,** dann besteht es höchst wahrscheinlich aus reinem Albumin; *b*) grünlich, dann ent-**der** Verdacht auf Gallenbeimischung zum Harn; *c*) bräunlich, braunroth, man hat dann **zu** vermuthen.

) Ist der Harn abnorm gefärbt

) roth, rothbraun, schwarz, so hat man auf Blut oder gelösten Blutfarbestoff zu unter-**en.** Hellt sich solcher Harn bei einem Zusatz einer Mineralsäure auf, so kommt die **e von** den Farbstoffen des Rhabarber oder der Senna, die als Medikamente genommen **len.**

) Ist der Harn braun, braunschwarz, grünlich, schäumt er beim Umschütteln und färbt **ingetauchtes** Papier gelb, so hat man die Gmelin'sche (und Pettenkofer'sche) Probe auf **farbstoff** (und Gallesäuren) zu machen.

) Ist der Harn sehr wenig gefärbt, sehr reichlich und zeigt trotz seiner geringen Fär-**g ein** höheres specifisches Gewicht, so hat man auf Zucker zu prüfen.

) Eine Probe des Harns versetze man mit der Hälfte des Volums koncentrirter Salz-**e;** färbt sich dieselbe nach kürzerer Zeit dunkel und scheidet sich beim Stehen ein **es** Pulver ab, so zeigt dies die Gegenwart des Indigo an.

) Riecht der Harn sehr penetrant, widerlich, an Schwefelwasserstoff erinnernd, bräunt **schwärzt** er ein in dem Harngefäss über dem Harn aufgehängtes Papier, welches man **Bleiessig** getränkt hat, so entwickelt der Harn Schwefelwasserstoff. Andere Riechstoffe, **zufällig** in den Harn gelangten, kann man am Geruch erkennen.

Sechszehntes Kapitel.

Haut und Schweissbildung. Hauttalg.

Die Haut als Sekretionsorgan.

Wir haben die Haut schon als Hülfsorgan für die Lungen kennen gelern dieses aber noch in viel höherem Maasse für die Nieren. Während die säureabgabe an die Haut und die damit korrespondirende Sauerstoff nur sehr geringe Quantitäten nicht übersteigt, ist die Wasserabgabe sowohl in Dampfform als insensible Perspiration als auch tropfbar Schweiss unter Umständen eine sehr bedeutende Grösse. Im Schweiss wie im Harn, Salze, namentlich Kochsalz, unter Umständen auch Harns dem Blute aus, sodass sich hierin eine deutliche Analogie zwischen Nie Hautthätigkeit ergiebt.

Es zeigt sich vor allem in Beziehung auf die Wasserabgabe ein Antagonismus zwischen den Thätigkeiten der beiden Organe. Wenn die abgabe durch die Haut eine gesteigerte ist, zeigt sich die Wasseraussc durch die Nieren vermindert und umgekehrt. Da die Hautthätigkeit durch Wärme angeregt, durch Kälte herabgesetzt wird, so wird im W gleicher Flüssigkeitsaufnahme in den Körper im Verhältnisse mehr Wass die Nieren abgegeben als im Sommer, was durch die Beobachtung leicht werden kann.

Die Hautthätigkeit hat vor allem den Zweck, die Wärmeabgabe des mus zu reguliren (Kap. XVII). Sie erreicht dies durch stärkere oder Wasserverdunstung an ihrer Oberfläche, wodurch eine grössere oder Menge Wärme gebunden wird, um das Wasser dampfförmig zu mach Regulirung des Wärmeabflusses wird durch die Hautbedeckung: die unterstützt, als deren Ersatz an nackten Körperstellen bei dem Mensc Kleider fungiren. Die Haut als Organ des Tastsinnes findet an einer Stelle ihre Besprechung.

Die allgemeine Hülle des Körpers, die äussere Haut, besteht aus in ihrer Dicke sehr verschiedenen Lagen, aus der dünneren, gefäss- und

rhaut und aus der Lederhaut, in deren bindegewebige Grundlage Nerven und Gefässe eintreten (Fig. 148). In der Haut finden sich rten von Drüsen: Talgdrüsen und Schweissdrüsen. Als An- Haut sind zu nennen: Haare und Nägel.

ederhaut zerfällt in zwei in die eigentliche Lederhaut, nterhautzellgewebe, welches n Maschenräumen von Binde- steht, in denen Fettzellen in der geringerer Zahl und ver- Füllung eingelagert sind.

igentliche Lederhaut besteht webe, in welchem zahlreiche Fasern eingewebt sind. In Theile der Lederhaut, der ris, ist das Flechtwerk der zenden Bindegewebsbündel in der unteren Hälfte; dort vebe lockerer, netzförmiger, aris. Die Lederhaut ist am der Ferse, am dünnsten an idern und an dem äusseren Ihre äussere Oberfläche ist ngen besetzt, die an der te nur als Leistchen, an den igen Hautstellen als Wärz- r Papillen erscheinen: chen, Hautpapillen Sie stehen an verschiedenen n sehr verschieden dicht, gellos neben einander oder

Fig. 148.



Die Haut des Menschen im senkrechten Durchschnitt. *a* oberflächliche Schichten der Epidermis; *b* MALPIGHI'sches Schleimnetz. Darunter die Lederhaut, nach oben bei *c* die Papille bildend, nach unten in das subcutane Bindegewebe ausgehend, in welchem bei *h* Ansammlungen von Fettzellen erscheinen; *g* Schweissdrüsen mit ihren Ausführungsgängen *e* und *f*; *d* Gefässe; *i* Nerven.

l- und Fussfläche in regelmässigen wirbel- oder spiralförmigen Reihen nder. An diesen Orten sind die Hautpapillen auch am besten aus-

Fig. 149.



en von Gefühlswärzchen der Haut des menschlichen Zeigefingers im Vertikalschnitt, theils Gefässschlingen, theils Tastkörperchen führend.

Ian kann sie in Gefässpapillen und Nervenpapillen scheiden. eren findet sich das nervöse Tastorgan, das Tastkörperchen,

welches bei dem Hautsinne seine nähere Beschreibung erfahren wird. Gefässpapille steigt eine Gefässschlinge empor, deren Schenkel sich dicht mal spiralig gedreht an einander anschmiegen.

In der Lederhaut finden sich reichlich (Kölliker) organische fasern: unter der Haut des Hodensacks bilden sie eine zusammen Lage, die Erektilität der Brustwarze rührt von ihnen her. Ueberall, und Talgdrüsen stehen, finden sie sich ebenfalls. Sie entspringen unte dermis und ziehen schief zum Haarbalg, an dem sie sich festsetzen.

Ueber die Oberfläche der Lederhaut, welche sich durch ein glash chen, in welches ovale Kerne eingebettet sind, nach aussen schar zieht sich die Epidermis, die Oberhaut hin. Sie folgt allen V und Erhebungen der Lederhautoberfläche, sodass durch sie auch di Linien nicht verdeckt werden, in welchen die Wärzchen und Leistch gereiht sind. An denselben Stellen, an welchen die Lederhaut sic oder verdickt, thut dieses auch die Oberhaut. Sie ist sehr dick i handfläche, Fusssohle und Ferse (S. 44).

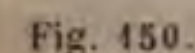
Chemisch besteht die Epidermis aus Hornstoff. Mikroskopisch w Zellen zusammengesetzt, deren obere Schichte flache Zellenblättchen, rundliche Zellen erkennen lässt. Es finden sich hier auch die sogenan chel- oder Riffzellen, deren ganze Oberfläche über und über mit Fortsätzen besetzt ist, mit denen die nachbarlichen Zellen auf das einander greifen. Dieselben Zellenformen finden sich auch in mehrfach teten Epithelien, z. B. an der Mundhöhle (Fig. 32). Die obere Schicht Hornschichte, die untere als Schleimschichte oder Rete beschrieben. Die Schleimschichte stösst an die Lederhaut. Ihre Z weiche, feuchte, kernhaltige Bläschen. Die untersten, der Lederhaut a Zellen haben eine längliche (cylindrische), die darüber liegenden ei Form. Gegen die Hornschicht platten sie sich immer mehr ab und durch gegenseitigen Druck ihre Gestalt in eine vieleckige. Die dunkl bung verschiedener Hautstellen der weissen und dunkeln Menschenrass Genitalien, After, Brustwarze, Leberflecken und Sommersprossen etc. Farbstoffkörnchen her, die in die Zellen der Schleimschichte sich eingebe Die übrige Haut ist nicht gefärbt. Die Hornschichte ist trocken, härtlich, unregelmässig gestaltete Schüppchen, die aber unter Anwendung quelle stanzen (Essigsäure, Alkalien) ihre Bläschenform, aus der sie entstand annehmen können. Beim Neger ist die Hornschichte nur leicht ge bräunlich gefärbt.

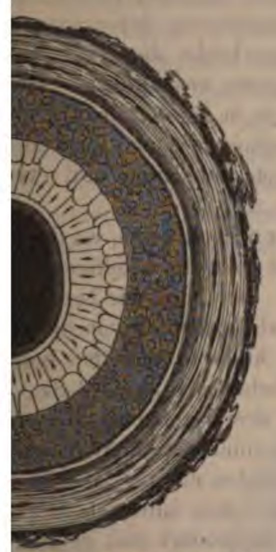
Die Haut enthält im Korium Lymphgefässe und Lymphräu unteren Lagen desselben finden sich Lymphgefässnetze (Teichmann). sollen physiologisch keine Lymphgefässe haben, in hypertrophirte Fusssohle dringen einzelne blind endigende Aeste ein (Teichmann).

Die Haut ist sehr nervenreich. Die Nervenendigungen in den T chen werden bei den Sinnesorganen besprochen werden, es komme Korium noch marklose Nervengeflechte vor, von denen Fasern in die

dringen und dort mit knopfförmigen Anschwellungen endigen (Lan-

are schliessen sich in ihrer Zusammensetzung der Epidermis an,
jene auch Horngebilde. Sie finden sich mit Ausnahme weniger
d- und Fusssohle) auf der ganzen Körperoberfläche, jedoch in sehr
r Dicke und Länge. Die schlichten Haare sind rundliche Cylinder, die
egen mehr oder weniger plattgedrückt. Sie sind fest, dehnbar, sehr
ch. Man unterscheidet an jedem Haare die in die Haut eingesenkte
den frei hervorragenden Schaft. Der Schaft besteht bei den aus-
laaren aus Oberhäutchen, Rindensubstanz und Marksubstanz. Das
chen besteht aus dachziegelförmig über einander gelagerten, flachen,
pidermisblättchen und bildet einen dünnen Beleg der Rindensub-
die Hauptmasse des Haares darstellt. Sie hat ein streifigfaseriges
ıd besteht aus langen, abgeplatteten, verhornten Zellen, die schicht-





durch ein Kopfhaar sammt dem
unterhalb der Mitte des letzteren,
r. *a*. Längsfaserhaut des Haar-
entwickelt. *b*. Querfaserschicht
webskörperchen. *c*. Glashaut.
Wurzelscheide. *e*. Innere Wurzel-
sere Lage. *f*. Dieselbe, innere
Oberhäutchen des Haarbalges.
chen des Haares; *i*. Haar selbst.

Fig. 151.



Haarwurzel und Haarbalg des Menschen; *a* der bindegewebige Balg; *b* dessen glashelle Innenschicht; *c* die äussere, *d* die innere Wurzelscheide; *e* Uebergang der äusseren Scheide in den Haarknopf; *f* Oberhäutchen des Haars (bei *f** in Form von Querfasern); *g* der untere Theil desselben; *h* Zellen des Haarknopfs; *i* die Haarpapille; *k* Zellen des Marks; *l* Rindenschicht; *m* lufthaltiges Mark; *n* Querschnitt des letzteren; *o* der Rinde.

weise neben und auf einander liegen. Diese Zellen enthalten häufig L Pigmentkörnchen. Die Marksubstanz fehlt meist den feinen Haaren gewöhnlicher Sprachweise unbehaarten Körperstellen, den Wollhaaren, da auch den gefärbten Kopfhaaren. Sie bildet einen aus rundlich eckig bestehenden, in der Mitte des Haares gelegenen Strang. Diese Zellen sind vertheilter Luft angefüllt, die als glänzende Kügelchen erscheint (Fig. unteren Ende schwillt der Haarschaft keulenförmig an zur Haarzwie mit ihrer trichterförmig ausgehöhlten Basis ein Wärzchen der Leder Haarpapille umgreift, welches eine birn- oder zwiebelförmige Gest und sonst die Struktur einer Gefässpapille zeigt. Der unterste Theil de zwiebel, mit dem sie auf der Haarpapille aufsitzt, besitzt ganz de Schleimschichte der Epidermis, sie besteht aus denselben rundlichen, feuchten, kernhaltigen Zellen (Fig. 151). Weiter aufwärts differenzire drei Schichten des Schaftes mehr und mehr; die sie zusammensetzen tragen aber alle noch einen jugendlichen Charakter, sie sind noch deutl haltig und anstatt wie später mit Luft, noch mit Flüssigkeit gefüllt. zwiebel steckt in einer Einstülpung der äusseren Haut, die als ein Haartasche, unten mehr ausgebuchtet, oben mit enger Oeffnung, d befindliche Haar umgiebt. Der Haarbalg besteht aus einer zarten Leder Oberhautschichte, wie sich, da er eine Einstülpung der gesammten erwarten lässt. Die Epidermis des Haarbalges bildet die sogenannte scheide, welche sich der Haarwurzel ringsum anschmiegt. Am G Haarbalges gehen die Zellen der Wurzelscheide in die der Haarzwiebel Haare stecken schief in der Haut, die Muskelfasern setzen sich so an an, dass bei ihrer Kontraktion die Haare sich aufrichten und etwas Hautoberfläche erheben: Gänsehaut.

Die Nägel sind stark verhornte Epidermispartieen, an denen s und Schleimschichte unterscheiden lässt, mit denselben zelligen Eleme wir bei der Epidermis kennen gelernt haben. Der Theil der Lederhaut, chem der Nagel aufruht: das Nagelbett, erhebt sich zu von hinten n laufenden Leistchen mit Papillen. An dem hinteren und den beiden Rändern des Nagelbettes erhebt sich die Lederhaut zu einem Falz, Na in welchem die Wurzel und die Seitenränder des Nagels eingelagert sin

Die Schweissdrüsen kommen in reichlicherer oder spärlicher fast in der ganzen Haut des Körpers vor, sie fehlen nur an der Eichel d und an der konkaven Fläche der Ohrmuschel. Man unterscheidet an eigentlichen Drüsenkanal, welcher die Haut durchbohrt und als Schw der Oberfläche mündet, und das knäuelförmig aufgewundene Ende d schlauches, das als rundes Körperchen entweder noch in der unteren der Lederhaut oder an der Grenze dieser und des Unterhautzellgewebes der Achselgrube sind sie sehr entwickelt und bilden eine zusammen Schichte unter der Lederhaut. Der Schweissdrüsenkanal besteht aus ei brana propria, welche von rundlich eckigen Zellen in ein- oder mehrfa ausgekleidet wird. Sie stimmen in Form und Verhalten mit den Zellen d Schichte des Rete Malpighii zusammen; sie führen häufig Fett- und körnchen in ihrem Inhalte. In der Wand der grösseren Schweissdrüsen,

‑i denen in der Achselhöhle, findet sich eine förmliche Lage organischer ‑fasern; an anderen kleineren und weniger entwickelten Drüsen zeigen ‑enfalls Muskelfasern, aber weniger reich und regelmässig geordnet. Bei kleinen, zarten Drüsen, z. B. an den Extremitäten, finden sich keine ‑zellen. Der von dem Drüsenknäuel aufsteigende Ausführungsgang ist in der ‑aut ein wenig geschlängelt. Die Oberhaut durchsetzt er dagegen, indem ‑ne Wandung verliert und nur als Lücke zwischen den Epidermiszellen ‑int, in korkzieherartigen Windungen. Seine Oeffnung auf der Oberfläche ‑idermis (Schweisspore) ist meist etwas trichterförmig erweitert.

‑ie Ohrenschmalzdrüsen gleichen den Schweissdrüsen im Bau voll‑en. Sie finden sich im knorpeligen Theile des Gehörganges zwischen seiner ‑deckung und dem Knorpel. In dem Drüsenknäuel zeigt sich das Epithel ‑etthaltig, mit gelben Farbkörnchen gefüllt; den Zellen in dem Ausfüh‑ange der Drüse fehlt diese Füllung. An der Membrana propria der Ohren‑zdrüsen sind reichlich organische Muskelfasern.

‑ie Talgdrüsen der Haut (Glandulae sebaceae) finden sich fast über die ‑Haut verbreitet und secerniren den Hauttalg oder die Hautschmiere ‑cutaneum. Sie sind kleine, entweder einfach birnförmige, schlauchförmig‑‑lte oder zusammengesetzte traubenförmige Drüsen (Fig. 152). Die Talgdrüsen ‑n in grösster Anzahl an behaarten Stellen vor und münden zugleich mit ‑arbälgen an der Hautoberfläche. Die kleinsten Talgdrüsen stehen an den ‑aren je zwei; an den Haaren des Bartes, der Achselgrube, der Brust sind ‑sser, am bedeutendsten an den Haaren der Geschlechtstheile. An den ‑des Naseneinganges, Augenbrauen, Augenwimpern zeigen sich je zwei ‑üsen. An den Wollhaaren der Nase, des Warzenhofes, des Ohres zeigen ‑eist Drüsenhäufchen oder grössere Drüsen, namentlich an der Nase sind ‑k entwickelt. Am rothen Lippenrande und den Labia minora finden sich

Fig. 152.

Fig. 153.



‑gdrüse. a. Die Drüsen‑; b. der Ausführungs‑ der Balg eines Wollhaars; ‑ Schaft des letzteren.

A. Ein Drüsenbläschen einer gewöhnlichen Talgdrüse, 250mal vergr a. Epithel scharf begrenzt, unmittelbar übergehend in die fetthaltigen Zellen; b. im Innern des Drüsenschlauches. B. Talgzellen aus den Drüsenschläuchen und dem Hauttalge, 350mal vergr. a. Kleinere fettarme, noch mehr epithelartige kernhaltige Zelle; b. fettreiche Zellen, ohne sichtbaren Kern; c. Zelle, in der das Fett zusammenzufliessen beginnt; d. Zelle mit Einem Fetttropfen; e. f. Zellen, deren Fett theilweise ausgetreten ist.

Talgdrüsenschichten, welche nicht mit Haaren zusammenhängen. Jede I
sitzt eine glashelle, kernhaltige Hülle, die im Innern mit rundlicheckig
ausgekleidet ist, welche reichlich mit Fett erfüllt sind, aber auch meist n
Kern wahrnehmen lassen.

Die Schweiss- und Ohrenschmalzdrüsen sind mit einem reichlich
larnetze umsponnen, das den kleineren Talgdrüsen fehlt. Es beruht d
zweifelhaft die verschiedene Mechanik ihrer Sekretbildung. Während de
unter den Bedingungen des gesteigerten Druckes in den Hautkapillaren
dert wird, ist das Sekret der Talgdrüsen nichts Anderes als der Inh
fettiger Metamorphose zerfallenen Drüsenzellen. (Zur Entwickelungsge
Kap. I.)

Schweiss und Schweissabsonderung.

Der Schweiss ist, obwohl SCHOTTIN Spuren eines Farbstoffs auffand
nend farblos, durchsichtig, sauer reagirend, von verschiedenem Geru
den Hautstellen, von denen er gewonnen wurde. Der künstlich g
Schweiss ist meist mit Hauttalg und Epidermisschuppen verunreinigt, d
Er gehört zu den wasserreichsten Sekreten, sein fester Rückstand schw
den vorhandenen Analysen zwischen 0,4% und 2,2%. Die Hauptma
Rückstandes besteht aus Kochsalz von 0,2—0,6%. Ausserdem fin
ihm: Fette, flüchtige Fettsäuren: Ameisensäure, Essigsäure, Buttersäure
säure und nach Einigen normal Harnstoff (FUNKE, FAVRE u. A., ich konnt
auffinden). Unter den anorganischen Salzen findet sich neben dem K
das die Hauptmasse derselben ausmacht, auch Chlorkalium, phosphors
phosphorsauerer Kalk und Magnesia und Eisenoxyd. Wir sehen, es sin
salze, welche im Schweiss den Organismus verlassen. FAVRE will eine e
liche, stickstoffhaltige Säure, Schweisssäure, im Schweisse aufgefun
BERZELIUS erwähnt Ammoniaksalze; es steht nicht fest, ob letztere sich
durch faulige Zersetzung in dem Schweisse gebildet haben.

Die Bedingungen der Schweissabsonderung sind noch nicht vollkom
Im Allgemeinen sehen wir Schweiss auftreten durch alle Momente, w
Blutdruck in den Kapillaren der Schweissdrüsen über eine bestimmte, u
Grösse erhöhen, also bei Vermehrung des Wassers im Blut und den
durch Trinken, besonders lauwarmer Getränke; durch erhöhten Druck
riensysteme, Erweiterung der Kapillaren der Schweissdrüsen und der l
sehen dann Schweiss mit Röthung der Haut aus der letztgenannten Ur
treten bei gesteigerter Temperatur der umgebenden Luft, besonders v
selbe stark mit Wasserdämpfen geschwängert ist. Die Sekretion tritt d
auf dem Wege der Filtration und Diffusion ein; auch hier mag, wie be
neben der Funktionirung der Epithelzellen die sauere Reaktion des Sch
seninhaltes den Uebertritt des Albumins aus dem Blute in den Schweis
Nur ein Theil des Drüsensekretes stammt direkt aus dem Blute; ein an
allem das Fett, rührt von fettigem Zerfall der Drüsenzellen her. Die
Muskulatur der Haut und der Drüsen selbst betheiligt sich an dem A

tes aus den Drüsenschläuchen und Knäueln. Andere als vasomotorische Einflüsse auf die Schweissbildung selbst werden zwar vermuthet, nicht nachgewiesen.

ch dem Reichthum der Hautstellen an Schweissdrüsen ist die Schweissung an einer Stelle der Haut stärker als an der andern, Stirne und Achschwitzen am stärksten. Krause zählte auf einem □" Haut an der hinpfseite 440—600 Drüsen, ebensoviel an der Wange, dem Ober- und nkel; 940—1090 an der Vorderseite des Rumpfes, Hals, Stirn, Vorderd- und Fussrücken, 2685 an der Sohle, 2736 an der Handfläche. Die zahl (ohne die Schweissdrüsenknäuel der Achsel) berechnet sich danach (Krause) 2,380,248. Der Gesammtflächenraum, der der Schweissabg dient, eingerechnet die Drüsen der Achselhöhle, berechnet sich zu ubikzoll. Diese grossen Zahlen lassen begreifen, wie die Schweissabg dann, wenn die Bedingungen zu ihrer Entstehung zusammentreffen, grosse sei. kann. Nach den Bestimmungen Favre's, der den Schweiss Schwitzbade auffing, während die Versuchsperson darin nackt auf einer ne lag, in welche der Schweiss abfloss, betrug die in 1½ Stunde entnge zwischen 1500 und 2500 Gramm. In einem Schwitzbade verlor ich 17 Minuten 1280 Gramm, also über 2½ Pfund. Unter anderen Umkann bei vollkommener Gesundheit die Schweissbildung Monate lang ganz ben. Manche Personen schwitzen sehr leicht und viel, andere wenig, s sich immer ein Grund dafür in der Körperbeschaffenheit auffinden liesse. uskelanstrengung wirkt wie die gesteigerte äussere Temperatur schweiss- Auch psychische Einflüsse, z. B. Furcht, sehen wir auf die Schweissvon befördernden Einfluss. Merkwürdig ist es, dass unter Umständen nung, welche der Schweissbildung entgegensteht, krankhaft so bedeuden kann, dass auch bei Zusammentreffen aller Schweiss befördernden , doch die Haut nicht zum Schwitzen kommt. In anderen Krankheits- es umgekehrt. Ein Fingerzeig, dass es sich hiebei um auch sonst e Absonderungseigenthümlichlichkeiten handelt, liegt darin, dass nach Schweissbildung diese öfters auch bei scheinbarem Fortbestand der Been dazu nachlässt.

der stärkeren Absonderung und zunehmenden Schweissmenge nehmen nke die organischen Stoffe im Schweisse ab, die anorganischen zu. Die ernirten Partieen Schweiss reagiren sauer, die späteren neutral, selbst . Die sauere Reaktion und der Schweissgeruch rührt zumeist von freien en her. Je nach den Körperstellen ist der Schweissgeruch verschieden.

dem Sekrete der Ohrenschmalzdrüsen überwiegen die Fette sehr nd. Neben den anorganischen Salzen findet sich Oleïn und Margarin, ch ein Albuminat und ein löslicher bitterer Stoff. Das Mikroskop zeigt in renschmalz Fettzellen, freies Fett, Cholesterinkrystalle, Epithelialzellen rhaut. Das Sekret der Talgdrüsen zeigt die genannten mikroskopischen te ebenfalls. Frisch abgesondert ist es halbflüssig, ölig, an der Oberfläche t erstarrt es. Es enthält ausser Wasser ein caseïnähnliches Albuminat, almitin, Oleïn, Seifen mit den Fettsäuren der genannten Fette und anor-

ganische Salze, die qualitativ mit denen des Schweisses übereinstimm titativ überwiegen aber die phosphorsaueren Erden. Die vernix stimmt chemisch mit dem Hauttalge überein. Das Smegma prae eine Ammoniakseife enthalten. Es besteht stets zum grössten Theil stossenen Epidermiszellen der Eichel.

Hautthätigkeit bei krankhaften Zuständen.

Für den Arzt sind die Veränderungen der Hautsekretion in Krankheiten Es ist bekannt, dass eine der häufigsten Krankheitsursachen in Einflüssen auf fläche: Erkältung besteht, von welcher wir anzunehmen gewöhnt sind, dass die Perspiration einwirke.

Der Schweiss zersetzt sich sehr leicht, es wird dabei wahrscheinlich dur flüchtiger Fettsäuren seine Reaktion noch sauerer als normal, oder sie wird d fall stickstoffhaltiger Stoffe (Harnstoff?) alkalisch, wobei Ammoniaksal e auftr

Ueber die krankhafte Veränderung der chemischen Zusammensetzung d sind nur wenige sichere Angaben vorhanden.

Am sichersten konstatirt ist ein bedeutender Harnstoffgehalt (Schot Schweisses bei gehinderter Harnstoffausscheidung durch die Ni bei organischen Nierenleiden und Cholera vorkommen kann. Der Harnstoffg sichtsschweisses kann in der Cholera dass er sich als ein krystallinische Beleg nach dem Verdunsten des Wa Haut abscheidet (Fig. 154).

Fig. 154.

Krystallisationen des Harnstoffs. *a.* Auskrystallisirte vierseitige Säulen. *b.* unbestimmte Krystalle, wie sie aus alkoholischer Lösung anzuschiessen pflegen.

Um ihn zu erkennen, löst m dem abgeschabten Belege in Alkoh im Wasserbade bis fast zur Trock den gebliebenen Rückstand durc wenig Salpeter- oder Oxalsäure, charakteristische, krystallinische des Harnstoffs entstehen.

Lässt man koncentrirte Harnst reine (nicht rauchende) Salpetersäu Mikroskop zusammenfliessen, so b erst stumpfe Rhombenoktaeder, immer mehr Massentheilchen anle stehen endlich rhombische oder he feln. Der spitze Winkel derselben

Aehnlich schlägt sich der Harn nen Lösungen durch Zusatz koncentrirter Oxalsäurelösung nieder, in hexag oder seltener als vierseitige Säulchen (Fig. 155).

Im Schweiss Diabetischer konnten Nasse u. A. Zucker nachweisen.

Im stinkenden Fussschweiss finden sich durch faulende Epidermisab Drüsensekret und Schmutz: Leucin, Tyrosin, Baldriansäure, Ammoniak.

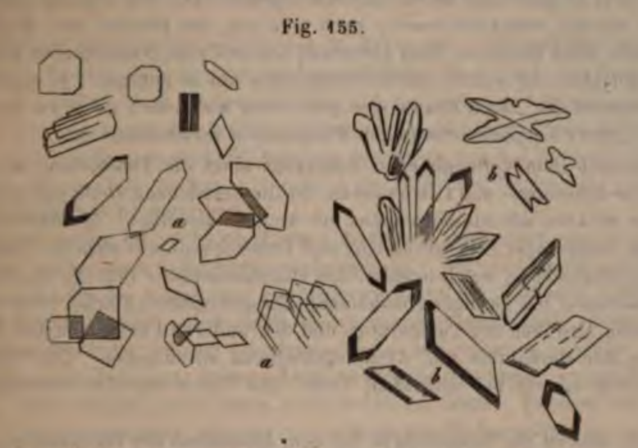
Im Hitzestadium bei Wechselfieber soll sich im Schweiss viel butte zeigen.

Im Schweiss »Steinkranker« soll sich Harnsäure finden.

Im klebrigen Schweisse bei Rheumatismus acutus will man Albu haben.

chweiss zeigt sich hie und da gefärbt. Bei Ikterus können vielleicht Gallenfarbstoffe Wäsche manchmal gelbfärbenden Farbstoff abgeben. Man hat rothe und blaue

Fig. 155.



Krystalle der Verbindungen des Harnstoffs mit Salpetersäure und Oxalsäure. *a a* Salpetersauerer Harnstoff. *b b* Oxalsauerer.

sse beobachtet, als Grund der letzteren konnte Bizio in einem Falle Indigo erkennen. glaubt, dass die blaue Farbe auch von Pyocyanin herrühren könnte (s. Eiter), uch wahrscheinlich eine Beobachtung Schwarzenbach's spricht.

rothe Schweiss erhält seine Farbe meist von Beimischung von Blut. Ferraes bete bei Paralytikern an der Kopfhaut wahre Blutungen aus den Schweissdrüsen; nque sah rothen, blutkörperchenhaltigen Schweiss bei einer hysterischen Frau, es zuerst Schmerzen in den später blutschwitzenden Hautpartieen voran. Auch ältere htungen der Art existiren. Der Ort des Blutschwitzens ist vorzüglich die Stirne, Achselhöhle, Hände, zuweilen tritt es nur halbseitig auf. Congestionen zu den been Hautpartieen scheinen stets die Hauptursache dieser Affektion zu sein. Bei »gelieber« finden sich nicht selten blutige Schweisse.

h schwarze Schweisse an ganz lokalisirten Hautstellen (Augenlidern z. B.), wie es scheint, sicher beobachtet (Chromhydrose).

ige Medikamente gehen in den Schweiss über, dessen Zusammensetzung verändern. Schottin fand im Schweiss eingenommene Bernsteinsäure und Weinvieder.

h Einnahme von Benzoësäure soll der Schweiss wie der Harn Hippursäure enthalten. h Mittheilungen von G. Bergeron und G. Lemattre lassen sich im Schweisse von In-n, welche arsensaueres Kali oder Natron innerlich bekamen, diese Salze unvernachweisen. Arsenigsaueres Eisen zersetzt sich: das Eisen wird durch den Harn, ure durch den Schweiss ausgeschieden. Iodquecksilber erscheint im Harne als lberchlorid, während Quecksilberchlorid selbst unverändert übergeht. Iodkalium sie im Gegensatze zu Andern im Schweiss nicht auffinden.

Die Unterdrückung der Hautthätigkeit.

wird als Krankheitsursache bei Erkältungen vorausgesetzt und ist dieselbe bei nkheiten sicher. Man bestrich, um die Wirkung des Ausschlusses der Hautthätigkeit

experimentell zu beobachten, die Haut von Thieren mit einem luftdichten Te
z. B. mit Firniss (Leinölfirniss, Gummi etc.). Es zeigt sich, dass die lackirten
nach kürzerer oder längerer Zeit sicher zu Grunde gehen. Der Tod tritt bei kräftig
ren später ein als bei schwächlicheren; nach GERLACH bei Pferden erst nach
Tagen. Hat man nicht die ganze Haut gefirnisst, sondern eine grössere oder kleine
derselben frei gelassen, so werden die Erscheinungen um so geringer, je grösser
bleibende Hautpartie ist. Nach EDENHUIZEN gehen aber Kaninchen noch zu Grun
mehr als $^1/_8 - ^1/_6$ ihrer Körperoberfläche der Perspiration verschlossen ist.

Unmittelbar nach dem vollkommenen Ueberzuge sinkt die Temperatur meist
Tode, ebenso die Athmungs- und Pulsfrequenz. Ist die bestrichene Stelle nur klein,
sich statt eines Sinkens der Athemfrequenz ein Steigen derselben. Es scheint d
dem Sinken der Temperatur, Athemfrequenz und Pulsfrequenz ein »febriler Zustan
das Lackiren erzeugt werde, welch letzterer das charakteristische Bild der Herabse
genannten Funktionen bei geringer Ausdehnung der gefirnissten Fläche verdecke
GERLACH sah dem Absinken der Temperatur und den anderen Funktionen bei Pfer
eine Steigerung der Herzaktion und Athmungsfrequenz vorausgehen. Das Temp
sinken beobachtete er erst bei nahendem Tode. Die Thiere zitterten und mage
rasch ab.

Es fragt sich, was ist die Todesursache bei dem Ausschluss der Hautathmung?
suche von FOURCAULT, GERLACH, DUCROIS, BECQUEREL-BRESCHET, MAGENDIE, GLUGE etc
eine Ueberfüllung der Gefässe, Blutanhäufung im Herzen und Erguss in die Höhlen
pers von serösen Flüssigkeiten, zum Beweise, dass die Nieren und Lungen die sekr
Thätigkeit der Haut nicht übernommen haben; GERLACH fand bei Pferden eine Ve
der Harnabsonderung. Es ergaben die Sektionen weiter: Hyperämie der Muskeln,
Leber, Milz, wässerige Ergüsse in die Pleura und Bauchhöhle, Blutaustritte (Ecc
der Magenschleimhaut, Blutüberfüllung und Oedem der Haut. Man dachte vielfält
dass vielleicht die zurückgehaltenen Stoffe, welche im Schweiss ausgeschieden
»Perspirabile retentum«, die Ursache der Erkrankung sein könnten. EDENHUIZEN s
unter dem Ueberzuge eiternden Haut Tripelphosphatkrystalle (phosphorsaure Am
Magnesia). Hatte er kleine Partieen der Haut von der Bestreichung frei gelassen,
er während des Lebens (mittelst Hämatoxylinpapier) die Ausscheidung eines flüch
kali nachweisen, was bei gesunden Thieren nicht der Fall ist. Es ist fraglich, ob d
moniaknachweise sich nicht einzig auf die in den eiternden jauchigen Wunden a
eingerissenen Lacküberzug, wie sie EDENHUIZEN bei seinen Thieren beschreibt,
gehende Entstehung von Ammoniak durch Fäulniss beziehen. Dass diese krystallis
scheidung von Tripelphosphat auch bei anderen Fäulnissprocessen im lebende
stattfinden kann, sah ich bei Kaninchen, die ich mit Substanz aus brandigen Wunde
hatte, und deren fauliges Unterhautzellgewebe mit diesen Krystallen ganz durch
Es scheint mir der Gedanke, dass es sich wenigstens bei einigen der beschriebene
des Lackirens um Zurückhaltung der sonst im Schweiss ausgeschiedenen flüchtig
ren handelt, sehr naheliegend zu sein. Dass derartige Säuren im Schweiss den Or
verlassen, steht fest. Ebenso ist bewiesen, dass durch Einführung von Säuren in das Bl
die Herzfrequenz als die Temperatur herabgesetzt werden kann. Die eintretend
erweiterung an der überfirnissten Haut führt, wenn eine entsprechend grösste
ganze Hautfläche dadurch verändert ist, die starke Temperaturabnahme herbei, w
SENTHAL und LASCHKEWITSCH als eine Todesursache ansprechen.

Die Resorption durch die Haut.

ıwendung einer Reihe äusserlicher Medikamente, Mineralbäder etc. beruht auf ahme. Zweifelsohne besteht sie für gasförmige Stoffe, wie durch GERLACH sicher ırde. Dass die Haut bei der Athmung sich betheilige und dabei Sauerstoff absorler hierher gehörige Fundamentalnachweis. In ähnlicher Weise können auch gifanästhesirende Gase resorbirt werden, sodass sie von der Haut aus wirken: Blauhwefelwasserstoff, Aether, Chloroform etc. Offenbar haben wir es hier mit einer der Schweissdrüsen zu thun.

ιesorption flüssiger oder salbenartiger Stoffe von der unverletzten, normalen Haut gegen bisher noch nicht sicher nachgewiesen. Die endosmotischen Versuche mit ı ergeben für die Aufsaugung ein negatives Resultat. Tritt eine Aufnahme ein, so gewiss ebenfalls vor allem durch die Drüsenmündungen statt. VOIT fand mikros-Quecksilberkügelchen auf Durchschnitten der Epidermis, einzelne sogar in der :hdem er an dem noch warmen Körper einer Hingerichteten an der Beugeseite des nes eine Portion graue Salbe eingerieben hatte. DONDERS sah schon Speibei Hautentzündungen (Erysipelas) in Folge Quecksilberaufnahme in das Blut bei ιuflegen von Salben auf die entzündete Hautstelle eintreten. Dagegen ist Resorption Stoffe in Bädern nicht erwiesen, alle genaueren Untersuchungen scheinen dagegen ıen. So konnte z. B. BRAUNE nach einem Fussbad mit Iodkalium nur dann Iod in ›ten, in die es, sowie es im Organismus ist, sehr rasch übergeht, nachweisen, wenn unstung des Iods aus dem Bade nicht gehindert war, sodass sich aus seinen Verrgiebt, dass die Aufnahme des Iodes dann durch die Athmung stattgefunden hatte. :hützte sein Iodkaliumfussbad vor der Verdunstung durch eine darüber geschichıge.

neues Stadium ist die Frage über Hautresorption durch die Beobachtungen PARIeten. Er konnte durch genaue Versuche theilweise an sich selbst angestellt keine e von wässeriggelösten Stoffen durch die unveränderte Haut nachweisen. Er expe› mit warmen Bädern von $^1/_2$—2 Stunden Dauer, welche grosse Quantitäten von ı, Ferrocyankalium, Chlorkalium, schwefelsauerem Eisenoxydul, Belladonna, Did Rhabarber enthielten. Er untersuchte Speichel und Harn, ohne jemals eine Spur ıde gelösten Stoffe in ihnen auffinden zu können; nach Belladonnabad trat keine ıng der Pupillen ein, nach Digitalis keine Pulsverlangsamung, nach Rhabarber b der Harn nicht roth. PARISOT zeigte nun, dass die Unfähigkeit der Haut, wässee zu resorbiren, von dem Fettüberzug, den dieselbe durch den Hauttalg erhält, . Brachte er die Stoffe in einem Medium gelöst auf die Haut, welches den Hauttalg ıd entfernt, z. B. in Alkohol, Aether und am sichersten Chloroform, so stellte sich Resorption ein. Atropinlösung, mit Chloroform vermischt auf die Haut applicirt, begegen die Stirn gehalten, in 3 Minuten Pupillenerweiterung, eine alkoholische Löirkte dasselbe erst nach einer halben Stunde, eine wässerige, essigsauere dagegen .

Die physiologische Hautpflege.

›llt sich nur die Aufgabe der Reinlichkeit. Tägliche Waschungen des Gesammtkörfür das Wohlbefinden und die Gesundheit von grösster Wichtigkeit. Die Wirkung besteht in dem Auflosen des fettigen Schmutzes auf der Haut, der dem Wasser ızt. Nach LIEBIG steht der Verbrauch an Seife in direktem Verhältniss zur Kultur-

höhe der Völker. Die Reinlichkeit steht in demselben direkten Verhältnis
schnittlichen Gesundheit. Man hat bei der militärischen Gesundheitspflege von
regelmässiger Badegelegenheiten (Badezimmer in den Kasernen) für die Trup
sentlichsten Einfluss auf den durchschnittlichen Gesundheitszustand (resp.
beobachtet. Es ist Pflicht, regelmässige Bäder den ärmeren Volksklassen du
Einrichtungen zu ermöglichen Keiner Korrektions- oder Erziehungsanstalt d
zimmer mit regelmässiger Benützung fehlen.

Der Wechsel der Leibwäsche ersetzt wenigstens in etwas das tägliche
sammtkörpers. Die Leibwäsche saugt die Hautabsonderung in sich ein, sie
Luft schwebenden Staub, der sich auf die Haut niederschlagen würde. auf u
namentlich durch fortwährendes Trockenhalten der Haut, die Ansammlung
Wir schicken unsere Leibwäsche von Zeit zu Zeit an unserer Statt ins Bad
Während der Nacht verliert das ausgezogene Taghemd sein hygroskopisch
Wasser und wird dadurch wieder von neuem geschickt, seine Funktionen
erfüllen. Ebenso ist es am Tage mit dem Nachthemd.

Specielle Physiologie.

II.

Physiologie der Arbeitsleistung.

I. Thierische Wärme.

Siebenzehntes Kapitel.

Die Wärmeerzeugung des menschlichen Organismus.

---

rkung abnorm niedriger und hoher Temparaturen auf den thierischen Organismus.

Vir finden alle thierischen Organismen mit einer von der Temparatur ihrer bung in weiten Grenzen unabhängigen Eigentemperatur begabt. Der le, erwachsene menschliche Körper hat eine ziemlich konstante Temperatur wa 37°C.

s unterliegt keinem Zweifel, dass in der Konstanterhaltung der thierischen e eine der Hauptfunktionen des Blutes besteht.

Vir haben das Blut als die Hauptursache der Wärmeproduktion in den chen Organismen kennen gelernt. Auf seiner Fähigkeit, Sauerstoff aufzu- n und diesen den Organen zu ihren nöthigen Funktionen zu übergeben, t die Möglichkeit der Wärmebildung während des Lebens. Sobald der Or- nus aufhört, in physiologischer Weise Wärme zu bilden, hört er damit auf en, da das thierische Leben zu allen seinen Funktionen eine von aussen ängige Wärme bedarf. Ausser in der organischen Oxydation selbst, welche lut ermöglicht, regelt das Blut durch seine Cirkulation die Wärme des Orga- s und seiner Organe.

Bei der Betrachtung des Zellenlebens schon sahen wir alle normalen organi- Vorgänge von einer konstanten Temperatur, die sich in mittlerer Höhe , abhängig. Der Muskel, der Nerve, die Drüsen werden in ihren Lebens- schaften beeinträchtigt, sowie ihre Temperatur um einige Grade unter die sinkt. Wir sehen die Zuckung des Muskels, die Erregungsleitung im Nerven Kälte zuerst verlangsamt, dann ganz unterbrochen.

Bei lebenden Thieren (Kaninchen), deren Verhalten der **künstlichen Abkühlung** gegenüber studirte, zeigte sich, wenn die Temperatur bis zu einem gewissen Grad gesunken war, e Bewegungsträgheit, dann Schwinden der Gehirnfunktionen. Der Tod durch Erfrieren lgt durch eine Gehirnanämie (Blutleere), welche durch Herabsetzung der Herzthätigkeit

durch die Kälte eintritt. Das Herz funktionirt ebenso wie alle Organe unter die
Temperatur erkältet weniger lebhaft. Bei weissen Kaninchen wird der Augenhin
im Tode durch Erfrieren blass, anämisch; es treten allgemeine Muskelkontraktionen
denen der Tod erfolgt (A. Walther). Die Abkühlung bei Kaninchen gelang bis zu
Wenn der Körper diese Temperatur angenommen hatte, war eine selbständige Wie
lung des Thieres nicht mehr möglich. Die Herzfrequenz sinkt durch Erkältung seh
tend. Bei Kaninchen, deren Herz sich in der Minute normal etwa 100—150mal k
sinkt bei einer Erkältung auf + 20°C, die Frequenz der Herzschläge auf 50, ja auf
Minute. Endlich steht das Herz ganz still. Verschiedene Thiere zeigen eine nicht
tende Verschiedenheit in ihrem Verhalten gegen die Abkühlung. Während Walt
angegeben, bei dem Kaninchen, den Tod schon bei einer Erkältung auf + 15 bis
ten sah, konnte er den Ziesel (Suslik der südrussischen Steppen), einen Winters
auf + 4° abkühlen, ohne dass er die Fähigkeit verlor, sich selbständig wieder zu
wenn er in eine wärmere Temperatur 10 bis 12°C. gebracht wurde. Es ist sehr be
werth, dass die Herzthätigkeit des Winterschläfers durch die Temperaturerniedrig
in derselben bedeutenden Weise sinkt, als bei dem nicht winterschlafenden Kaninc
+ 20°C. Körpertemperatur zeigte der Suslik noch 150 Herzschläge in der Minute,
die Herzfrequenz des Kaninchens schon so bedeutend vermindert war.

Die Angaben der Reisenden in arktischen Gegenden bestätigen die
tungen über Erkältung bei Thieren auch für den Menschen. Dr. med. Kane, der
Nordpolfahrer, beschreibt die Wirkung der übermässigen Kälte zuerst als in ein
mehr zunehmenden Unlust zur Bewegung bestehend: die Hemmung der Bewegu
Kälte steigt endlich bis zu einem so hohen Grade, dass die Aktion der Muskeln ga
lich wird. Bald tritt eine Umnebelung der Sinne und Unfähigkeit zu Denken ein,
unwiderstehlich zum Schlafen zwingt. Der genannte kühne Reisende beschreibt d
stand des Erfrierens, der ihn mehr als einmal an die direkte Grenze des Todes ge
als schmerzhaft und ungemein peinlich. Er konnte Nichts von der Annehmlich
Schläfrigwerdens bei dem Erfrierungstode bemerken, von welcher man im warme
zu träumen pflegt. Es stimmt diese Selbstbeobachtung Kane's ganz mit dem physi
Experimente überein, welches eine Verzögerung und schliesslich eine vollkom
fähigkeit der Bewegungsleitung im Nerven in Folge der Kälte erwiesen hat.

Die Beobachtungen Walther's lehren, dass das erkaltete Thier, trotzdem d
Lebensfunktionen schon vollkommen erloschen scheinen, doch wieder zum Leben
gebracht werden kann. Wenn alle spontanen Bewegungen des erfrorenen Thiere
chen) vorüber sind, wenn das Herz nur noch ganz schwach und selten schlägt o
aufgehört hat sich zusammenzuziehen (bei einer Temperatur des Körpers von 12 b
tritt zwar von selbst, auch wenn man das Thier künstlich wieder erwärmt, keine
mehr ein. Man kann aber dem Anscheine nach seit 40 Minuten durch Kälte getödte
wieder vollständig beleben, wenn man, zugleich mit künstlicher Wärmezufuhr vo
künstliche Athmung einleitet. Das Gehirn und die Nerven können, nachdem sie
gelähmt waren, dadurch wieder belebt werden. Kühne hat gezeigt, dass sogar
frische Froschmuskeln nach dem Aufthauen noch zuckungsfähig sein können. Die
tung am Suslik zeigt, dass auch bei Warmblütern unter Umständen die Körperte
sich dem Gefrierpunkte des Wassers sehr nähern kann (+ 4°C), ohne dass da
Lebensfähigkeit gänzlich erlischt. Die winterschlafenden Säugethiere zeigen ei
Abhängigkeit ihrer Eigentemperatur von der Lufttemperatur. In den Höhlen der
thiere beträgt letztere im Winter + 3 bis + 5°. Sinkt die Temperatur unter 0°,
wachen die Thiere und Valentin sah, dass bei so niederer Temperatur der
schlaf gar nicht eintritt. Er fand den Ueberschuss der Körperwärme über die Lu
bei Murmelthieren im Winterschlaf verschieden je nach der Tiefe des Schlafes. D
peraturüberschuss betrug im Mittel bei aus dem Winterschlaf erweckten Individuen
schlaftrunkenen 18°, bei leisem Schlaf 6°, bei festem Schlaf nur 1°,6. Das Leben w

älte zuerst für einige Zeit nur latent, ohne dass es den erkalteten Körper schon vollnen verlassen hätte.

e der thierische Organismus seine Eigentemperatur unter der fortgesetzten Einwirkung sehr bedeutenden Kälte nicht behaupten kann, so sehen wir seine Widerstandsfähigöheren **Temperaturgraden der Umgebung** gegenüber ebenfalls nicht unbegrenzt. OBERNIER n seinen Versuchen Thiere in einer konstanten äusseren Temperatur von 40°C. schon –4 Stunden sterben, wenn er ihnen weder Wasser noch Nahrung reichte. Er sah dabei fang des Versuches die Eigentemperatur des Thieres etwas sinken, dann aber ziemlich mässig ansteigen, bis sie 45° erreicht hatte, wobei der Tod eintrat. Dem Tode ging t ein Stadium der Ermattung und Schläfrigkeit voraus, dann folgten Allgemeinkrämpfe, ich bis zum Tetanus steigern konnten. Der Tod trat unter Schwinden des Bewusstseins n) ein. Es ist wahrscheinlich, dass bei diesem Versuche OBERNIER's die Thiere sich in mit Wasserdampf nahezu gesättigten Raum befanden. DE LA ROCHE hat nämlich schon eobachtung gemacht, dass Thiere in einer mit Wasserdämpfen überladenen Luft selbst er werden können als das umgebende Medium und zwar um 2—6°C. Dagegen fanden ROCHE und BERGER bei Kaninchen, die sieeiner trockenen Temperatur von 50—90°C. esetzt hatten, nur ein langsames Steigen der Eigenwärme.

benso wie auf den Gesammtorganismus sehen wir die gesteigerte Wärme auch auf die lnen Körperorgane von Einfluss. Bei höherer Temperatur sehen wir alle organischen änge zuerst rascher verlaufen. In den Nerven sehen wir die Leitungsfähigkeit der Beng und die Erregbarkeit ansteigen. Höhere Grade der Wärme vernichten aber sehr die Lebenseigenschaften der Gewebe. Die Nerven und Muskeln, Blutkörperchen, Drüellen sehen wir schon bei einer Erhöhung ihrer Temperatur um wenige Grade über die altemperatur des Körpers plötzlich absterben, in die sogenannte Wärmestarre verfalwelche auf einer Gerinnung eines Theiles der in dem Gewebssafte gelösten Eiweisssubzen (Myosin z. B.) beruht. Bei Kaltblütern tritt diese Gerinnung und in deren Gefolge Tod des Gewebes schon bei 40°C. ein, bei Säugethieren und dem Menschen zwischen und 50°C., bei Vögeln erst bei 53°C. (KÜHNE).

Die Körperwärme der Säugethiere liegt zwischen 36—40°C., die der Vögel zwischen —43°C. Die kaltblütigen oder nach BERGMANN wechselwarmen Thiere (die mblüter sind die gleichwarmen Thiere), zeigen bei verschiedenen äusseren Temtureinflüssen verschiedene Temperaturen. Im Allgemeinen sind sie bei äusserer nieer Temperatur höher, bei hoher niedriger temperirt als das Medium, in dem sie sich ben. Doch beruht die Wärmebildung bei ihnen auch zunächst auf dem Stoffumsatz. Der ch ist bei 15° um 0,3 bis 0,7°, bei 6° um 1 bis 2° wärmer als das umgebende Wasser ERIL). Nach einem einstündigen Aufenthalt in einer Luft von 45° betrug seine Tempeer nach HUNTER 27°. Hier schützt die Verdunstung an der feuchten Haut vor übermässi- Erwärmung, dem Schwitzen (cf. unten) analog.

Die Körpertemperatur.

Wenn auch im Allgemeinen die Temperatur des menschlichen Organismus konstante genannt werden kann, so setzt sich doch auch dieses Gleichbleiben organischen Funktion aus regelmässigen Auf- und Abwärtsschwankungen mmen. Es müssen sich selbstverständlich in der Wärme des Körpers, die als ein Produkt der Intensität der Oxydationsvorgänge im Organismus kennen nt haben, alle jene vielfältigen Schwankungen zu erkennen geben, die wir esammtorganismus je nach seinen veränderlichen Allgemeinzuständen, vor n je nach der Nahrungsaufnahme kennen gelernt haben, oder die sich in den

einzelnen Organen entsprechend den Verschiedenheiten in ihrer Lebe ergeben.

Auch bei allen bisher betrachteten Lebensvorgängen zeigte sich gleichen Individuum ein unablässiges Ansteigen und Absinken zum dass im Organismus zu verschiedenen, nahe neben einander liegende z. B. schon im Laufe eines Tages die inneren Bedingungen seiner or Verbrennung und Stoffumsetzung vielfältig wechseln. Die Sauerstoffa die Kohlensäure- und Harnstoffausscheidung, die Gallebildung, die Bi übrigen Verdauungssekrete, die Muskelthätigkeit im Schlaf und Wach die Gehirnthätigkeit etc. sehen wir niemals gleich bleiben, sondern in weniger ausgesprochener Regelmässigkeit während der Tageszeiten in ih sität auf- und abwärts schwanken. Nur theilweise sind diese Schw von der zu bestimmten Zeiten erfolgenden Nahrungsaufnahme abhängig, achtungen bei Individuen, denen während der Beobachtungszeit kein gereicht wurde, zeigen auf das deutlichste, dass ein analoges Wechseln dieser starkwirkenden Ursache unabhängig, aus im Organismus selbst Ursachen, regelmässig eintritt. Diese Tagesschwankungen in der Int Lebensvorgänge bilden eine Analogie zu den in grösseren Zeiträumen den thierischen Lebensperioden: Menstruation, Brunst, Haar- und Fed Winter- und Sommerschlaf etc. Alle diese Verschiedenheiten rühren Grunde von der verschiedenen Energie der Verbrennungs- (Zersetzun gänge im lebenden Organismus her. Den weit überwiegend grössten bei diesen chemischen Vorgängen frei werdenden Kräfte sahen wir a auftreten: die thierische Wärme muss also die gleichen Schwankunge erkennen lassen.

Wir haben die verschiedenen Lebensalter als Repräsentanten ver allgemeiner Körperzustände kennen gelernt. Bärensprung's thermometri sungen haben uns ganz analoge Verhältnisse bei den verschiedenen Le gelehrt, wie wir sie auch in Beziehung auf die Ernährungszustände gefunden haben. Wir sehen auch hier das Greisenalter wieder zu Verhältnissen zurückkehren. Nach Bärensprung beträgt die Mittel aus vielfältigen Messungen in den Körperhöhlen während der vers Lebensalter

beim Neugebornen:		37,81
5—9	Jahre alt:	37,72
12—20	,,	37,37
21—30	,,	37,22
25—30	,,	36,91
31—41	,,	37,10
41—40	,,	36,87
51—60	,,	36,83
80	,,	34,46

Die Temperaturen bei verschiedenen Nahrungsweisen sind noch n untersucht, doch ergaben die vorhandenen Bestimmungen deutlich ei rung der Temperatur mit der Nahrungsaufnahme überhaupt, wie sie di gesteigerten chemischen Umsetzungen im Organismus erwarten liess hiefür mag aus vielen Beispielen eine Bestimmung von Bärensprung werden:

Um 5—7	Uhr (Morgens im Bett)	betrug seine Temperatur	36,68° C.
,, 7—9	,,	(Kaffe)	,,	37,16° ,,
,, 9—11	,,	—	,,	37,26° ,,
,, 11—1	,,	—	,,	36,87° ,,
,, 1—2	,,	—	,,	36,83° ,,
,, 2—4	,,	(Mittagsessen)	,,	37,15° ,,
,, 4—6	,,	—	,,	37,48° ,,
,, 6—8	,,	—	,,	37,43° ,,
,, 8—10	,,	(Abendessen)	,,	37,02° ,,
,, 10—12	,,	—	,,	36,85° ,,
,, 12—2	,,	(aus dem Schlafe geweckt)	,,	36,65° ,,
,, 2—5	,,	—	,,	36,31° ,,

e Tabelle ergiebt, wie sich erwarten liess, dass die Temperatur nach dem essen während der Verdauungsperiode am höchsten ist. Wie nach dem essen zeigt sich dieses Ansteigen der Temperatur auch nach dem Früh- Bei dem (leichten!) Abendessen lässt sich keine neue Ansteigung erken- Es rührt dieses wohl daher, dass gegen den Abend aus inneren Gründen nperatur des Körpers so bedeutend sinkt, dass eine durch das Essen ge- Steigerung durch das überwiegende Absinken der Temperatur aus den Ursachen verdeckt werden muss. Nach meinen Beobachtungen, welche entsprechen, ist die Temperatur ohne Nahrungsaufnahme während der tunden am niedrigsten. LICHTENFELS und FRÖHLICH sahen zwei leichte ngen der Temperatur des Körpers bei Nahrurgsenthaltung eintreten, die Stunden, die andere 19 Stunden nach der letzten Nahrungsaufnahme. int wahrscheinlich, dass der Organismus, durch regelmässige Einhaltung enszeiten an eine regelmässige Thätigkeit gewöhnt, diese auch bei Nah- thaltung in der ersten Zeit nicht verändert. Wenigstens zeigen meine htungen am hungernden Menschen am zweiten Hungertage in der Tem- die Hauptsteigerung auch auf 3 Uhr Nachmittags, wohin sie bei BÄREN- in Folge der Mittagsessenszeit der gebildeten Stände in Deutschland fällt.

enn schon aus diesen Beobachtungen sich ergiebt, dass durch Nahrungs- ne, und zwar in Folge der durch sie gesetzten Steigerung der Drüsenthä- nd Oxydation, die Körpertemperatur erhöht werden kann, so ergeben die nungen an hungernden Thieren das gleiche Resultat von der entgegenge- Seite. Durch Nahrungsentziehung wird die Temperatur des hungernden erniedrigt. Nach LICHTENFELS und FRÖHLICH sinkt die mittlere Temperatur nschen bei Nahrungsenthaltung von kürzerer Dauer auf 36,60° C., wäh- bei normaler Nahrungsaufnahme dafür 37,17° C. gefunden hatten. Ich ein deutliches Sinken der Temperatur bei meinen an mir selbst angestell- itägigen Hungerversuchen nicht nachweisen. CHOSSAT und SCHMIDT fanden hungernden Thieren, dass sich etwa vom zweiten Tage an die nur wenig ene Temperatur konstant erhält, um erst gegen den Todestag stärker ab- n. Eine verhungerte Katze SCHMIDT's starb mit einer Temperatur von hre Normaltemperatur hatte zwischen 38 und 39° C. betragen.

diese physiologischen Schwankungen der Temperatur schliessen sich Ver- gen der Körperwärme in Krankheiten an. Wir sehen in Fieberanfällen nperaturen ansteigen bis weit über die normale Körpertemperatur; die beobachtete Temperatur scheint 44,5° C. zu betragen. Es wird von den

besten Beobachtern angenommen, dass diese gesteigerte Körpertemperat gesteigerten Oxydationen und vermehrtem Verbrauch von Körperstoff im Hand in Hand gehe. Man kann im Fieber eine gesteigerte Harnstoffbildung weisen, aus der man auch auf eine Vermehrung der übrigen Ausscheidun schliessen sich berechtigt hält. HUPPERT glaubt, wie schon angegeben aus dem vorhandenen (ziemlich mangelhaften) Materiale auf eine Kongru Harnstoffvermehrung und Temperatursteigerung im Fieber schliessen zu so dass daraus sich ein direkter Beweis ergeben würde, dass auch im Fi Erhöhung der Körperwärme von Vermehrung der Zersetzungsvorgänge Zeiteinheit abhängig sei.

Bei starker Herabsetzung der organischen Thätigkeiten, wie sie be setzten Schwächezuständen vorhanden zu sein pflegen, am auffallendst den Eintritt des Erschöpfungstodes, sehen wir die Temperatur bedeuten ken. Bei Cholera sinkt die Temperatur auf 26,6° C.

Die eben angeführten Temperaturextreme, 44,5° C. bei Fieber und bei Cholera, scheinen mit der Erhaltung des Lebens unverträglich zu s scheint danach, dass die Grenze nach abwärts beim Menschen höher kommt als bei anderen Säugethieren, namentlich bei Kaninchen und schläfern. Vögel, deren Wärme etwas höher ist als die der Säugethiere, wenn ihre Eigentemperatur auf 26° C. gesunken ist.

Ausser diesen allgemeinen Bedingungen betheiligen sich auch an vorbringung der Körpertemperatur noch die einzelnen Organe je nach de ihrer Thätigkeit. Die gesteigerte Nerventhätigkeit durch geistige Besch steigert nach J. DAVY die Körpertemperatur um etwa 0,3° C., dauernde anstrengung hebt sie nach demselben Autor um 0,7° C. ZIEMSEN zeigte, Grund für die im letzten Falle gesteigerte Wärme in den Muskeln selbst zu su Auch einige Zeit nach dem Sistiren der Bewegung der Muskeln geht die Erw noch fort, wie sich durch Temperaturerhöhung der über den Muskeln l Hautstellen (bis um 4° C.) zu erkennen giebt. Gelähmte Glieder, deren in Unthätigkeit verharren, zeigen eine niedrigere Temperatur als die nicht gelähmten desselben Körpers. Durch elektrische Reizung kann in die Temperatur der normalen angenähert werden. Die Temperaturzunah Muskelaktion entsteht ungemein rasch.

Abgesehen von den Wärmeschwankungen durch die wechselnde h der Organthätigkeit, zeigen auch die verschiedenen Körperstellen, äusserl innerliche, keine gleiche Temperatur. Es rührt dies hauptsächlich von schiedenheit der Blutzufuhr und von der damit verbundenen Verschied der Grösse der Zersetzungsvorgänge bei verschiedenen Organen her. Bindegewebe sehen wir die Lebensvorgänge weniger lebhaft verlaufen al Drüsen-, Muskel- und Nervengewebe. Wir müssen daraus erwarten, d die aus Bindegewebe vor allem bestehende Haut normal etwas wenig temperirt sein müsse als jene bevorzugteren Organe. Die definitive Ents dieser Frage wird dadurch unmöglich, dass auf der Hautoberfläche eine beständige Abkühlung stattfindet, welche für sich die Hauttemperatur be Das Bindegewebe der Haut fanden BECQUEREL und BRECHET um 2,1° C. warm als die Körpermuskulatur. Die Baucheingeweide, namentlich d zeigen eine höhere Temperatur als Lungen und Gehirn. Die Temperatur

Achselgrube geben um $^1/_4 = ^1/_2$° C. niedrigere Werthe als die unter der
in der geschlossenen Mundhöhle. Scheide, Mastdarm, Blase sind um etwa
ärmer als die Achselgrube.
s Blut ist an sich nicht das Hauptorgan unter denen, welche Wärme für
anismus erzeugen. Wir wissen, dass es darin von vielen, vielleicht den
Organen übertroffen wird. Das Blut hat aber die wichtige Aufgabe,
chiedenen Temperaturen der einzelnen Organe auszugleichen. Es löst
ufgabe dadurch, dass es in seiner Cirkulation zu allen Organen nicht nur
setzungsmaterial, sondern auch als eine Wärmequelle zuströmt. Es ist
ass das Blut aus allen Organen, während es dieselben durchfliesst, wenn
er als das Blut selbst temperirt sind, Wärme aufnehmen wird; ebenso
Organe, welche eine niedrigere Temperatur besitzen als das Blut, dem
chsetzenden Blute Wärme entziehen und dadurch sich selbst höher erwär-
Auf diese Weise wird das Blut zum Regulator der thierischen Wärme.
leuchtet ein, dass das Blut selbst in verschiedenen Gefässen eine ver-
ne Temperatur besitzen müsse. BISCHOFF, G. v. LIEBIG, CL. BERNARD,
u. A. haben dafür den experimentellen Beweis geliefert. Es zeigt sich,
as Blut der Hautvenen kälter ist als das der Hautarterien, welches schon
Theil seiner Wärme an die Haut abgegeben hat. Dagegen steigt die Tem-
des Blutes, während dasselbe die Nieren, Leber, Speicheldrüsen oder
n durchsetzt; bei den beiden letzten Organgruppen ist das sicher wenig-
ährend ihrer Thätigkeit der Fall. Die Vena cava superior, welche das Blut
eilen des Körpers zurückbringt, welche der Abkühlung vor allem ausge-
nd, zeigt sich etwas kühler als das Blut der Vena cava inferior, welche das
s den arbeitenden grossen Drüsen etc. etwa dem Herzen zuführt. Das Blut
hten Ventrikels ist meist wärmer als das des linken, welches nach Durch-
der Lunge eine bedeutende Abkühlung erfahren hat (cf. S. 477).
ets sind aber die gemessenen Unterschiede in der Bluttemperatur, wie
s der grossen Geschwindigkeit der Blutbewegung von selbst erwarten
ur gering.

Die Wärmeregulirung des Organismus.

ir haben im Vorstehenden die aus den inneren Verhältnissen des Organis-
rvorgehenden Schwankungen und Ausgleichungen der Wärme betrachtet.
ben uns nun die wichtige Frage zu beantworten: Wie verhält sich der
smus verschiedenen äusseren Einwirkungen auf seine Körpertemperatur
ber? Wodurch ist der Organismus des Warmblüters befähigt, seine Eigen-
atur im Kampfe gegen die Aussenwelt in den angegebenen Grenzen kon-
u erhalten?
ir haben schon gesehen, dass in extremen Fällen die Wärmeregulirungs-
tungen des Organismus nicht im Stande sind, diesen Einflüssen auf die
einen ausreichenden Widerstand entgegenzusetzen. Auch geringere Grade
nwirkung jener Agentien sehen wir nicht spurlos an dem Körper vorüber-
So zeigt sich, dass ein Aufenthalt in heissen Klimaten mit einer erkenn-
Steigerung bis zu 1° C. der Mitteltemperatur verknüpft ist bei Individuen,
in einem kälteren Klima zu wohnen gewöhnt sind (J. DAVY, BROWN-SÉQUARD).

Die Körpertemperatur sinkt bei längerem Aufenthalt in der Kälte, besonders derselbe mit gezwungener Körperruhe verbunden ist, um einen gleichen (z. B. in der Kirche im Winter). Aehnliche Erfolge sehen wir vom kalten etc. ausgeübt. Alle die beobachteten Schwankungen halten sich aber i hältnissmässig engen Grenzen, welche nur verständlich werden, wenn Re rungseinrichtungen der Temperatur fort und fort, den äusseren E kungen entsprechend, thätig werden. Ein Haupttheil dieser Regulirung w uns willkürlich und mit Absicht in Thätigkeit gesetzt (Kleiderwechsel, H kalte Bäder, kalte Speisen etc.). Ein anderer Theil erfolgt instinktiv oder reflektorisch.

Es ist vor allem klar, dass ein gesteigerter Wärmeverlust des Orga wodurch dessen Normaltemperatur herabgesetzt zu werden droht, durch e steigerte Thätigkeit der wärmeerzeugenden Organe ausgeglichen werden Man hat in dieser Hinsicht von jeher an die Erwärmung des Muskels und der Drüsen durch ihre Thätigkeit erinnert. Man zog auch die Erfahrung Reisenden bei, nach deren Berichten von den Bewohnern kalter Klimate u grosse Nahrungsquantitäten genossen werden, und zwar vor allem sehr fe welche viel Wärme produciren. Durch jeden gesteigerten Stoffumsatz selbstverständlich die in der Zeiteinheit gebildete Wärmemenge zu.

Der Körper kann Wärme verlieren: durch Leitung, Strahlung u dunstung.

Die abkühlenden Organe, deren Thätigkeit sich je nach dem Be des Körpers modificirt, sind vor allem die Haut und die Lungen. Durch können beide Organe entsprechend ihrer Oberfläche Wärme abgeben. M sich hier aber daran erinnern, dass das Wärmeleitungsvermögen d äusserst gering ist; das des Wassers ist viel besser.

Je dünner die Epidermis, welche die Wärme schlecht leitet, je we Hautstelle behaart ist, um so stärker wird von ihr der Wärmeabfluss sein wenn wir sie uns unbekleidet vorstellen. Ein anderer viel wesentlicher ist die Ausdehnung und Füllung der Blutgefässe in der Haut, wie wir un näher betrachten werden. Auch die Gestalt der Organe ist nicht gleichgültig Wärmeverlust. Uebereinstimmend mit der Erfahrung, dass die Wärmes und Leitung aus schmalen, spitzigen Körpern mit relativ grosser Oberfläch ter stattfindet, sehen wir die Nasenspitze, Ohren, Finger und überhaupt tremitäten sich leichter und rascher abkühlen als den Rumpf. Am mächtigst die Verdunstung auf den Wärmeabfluss. Bei einer schwitzenden H in trockener, bewegter Luft ein Maximum der Wasserverdunstung und a des Wärmeverlustes ein. Die Abkühlung in den Lungen muss, da die Tem in der ausgeathmeten Luft mit der rascheren Athemfolge nicht nennenswer mit der Zahl und dem Umfang der Athemzüge direkt zunehmen; selbstve lich auch mit der Geschwindigkeit des Blutstromes in den Lungen.

Je nach der Verschiedenheit der Fälle sehen wir die genannten Regula entsprechendem, verschiedenem Grade in Wirksamkeit treten. Eine Verm der äusseren Temperatur bringt zuerst eine Erweiterung der Blutg in der Haut hervor. Das reichlicher zugeführte Blut steigert die Tempera Haut. Dadurch kann durch Strahlung und Leitung eine bedeutendere W menge abgegeben werden. Die erhöhte Flüssigkeitsmenge in dem Haut

e der gesteigerten Blutzufuhr entspricht (Turgor), wird auch die Verdunstung n. Bei noch höheren Wärmegraden sehen wir endlich Schweissbildung en und damit den Wärmeabfluss so bedeutend gesteigert, dass sich der Kör- lbst sehr hohen Temperaturen, so lange er schwitzen kann (so lange die icht mit Wasserdampf gesättigt ist und die Hautthätigkeit nicht sistirt), an- sen vermag. BLAGDEN und Andere nach ihm hielten es mehrere Minuten in trockenen Wärme von + 79 °C. aus, A. BERGER und DE LA ROCHE 8—16 n bei 100 ° bis + 127 °C. BLAGDEN sah dabei seine Temperatur nur um steigen. Bei Kaninchen beobachtete man ebenfalls in einer trockenen Wärme 0 °—90 °C. nur eine Steigerung der Temperatur um wenige Grade.

nter Umständen können die Wärmeregulatoren gelähmt sein, so dass sie eckmässig und zu stark wirken. Auf Durchschneidung des Rückenmarkes wir die Körpertemperatur sinken, wir sehen die Thiere fortleben, aber gleich- altblütig geworden. Durchschneidung des Sympathikus am Halse oder an endenwirbeln bewirkt ebenfalls eine (geringe) Herabsetzung der Körper- e, um so bedeutender, je umfangreicher der durch die Durchschneidung ge- e Gefässbezirk. Vagusdurchschneidung setzt direkt die Temperatur nicht , erst die Folgezustände der Durchschneidung zeigen sich von Einfluss auf emperatur. Diese Herabsetzung der Temperatur erfolgt nur zum kleinsten e durch Verminderung der Sauerstoffaufnahme und dadurch verminderte ebildung in Folge der Beeinträchtigung der Athmung und des Kreislaufes. auptgrund der niedrigen Temperatur liegt in einer durch die Rückenmark- schneidung gesetzten Erweiterung der peripherischen Blutgefässe, rch eine gesteigerte Hauttemperatur und dadurch gesteigerter Wärmeabfluss zt wird. Solche Thiere leisten jeder Abkühlung nur einen geringen Widerstand. man aber künstlich ihren Wärmeabfluss durch Einhüllung z. B. herab, so man sie nicht mehr kälter, sondern dem gesteigerten Blutzufluss entsprechend er werden (TSCHESCHICHIN). Daraus geht für den Arzt ein praktischer Wink or: nicht überall, wo er eine verminderte Temperatur des Organismus sieht, schon primär an eine Herabsetzung der Wärmebildung in dem betreffenden zu denken. Wir haben es offenbar bei solchen Erkältungen in der Mehrzahl älle mit einer Erleichterung des Wärmeabflusses zu thun.

Aehnlich wie in dem vorliegenden Falle, in welchem die Differenz zwischen Temperatur des umgebenden Mediums und der wärmeabgebenden Oberfläche igert und dadurch der Wärmeabfluss proportional gemehrt wurde, kann offen- das Sinken der Temperatur auch auf einer vorübergehenden oder dauernden esserung des Wärmeleitungsvermögens der Organe beruhen, ohne dass die mequelle im Organismus sparsamer fliessen müsste. Das Leitungsvermögen Wassers wird durch Auflösung von Salzen in ihm verbessert, wie schon die uche von TRAILL ergaben. Mit der krankhaften oder physiologischen stärkeren entrirung der thierischen Flüssigkeiten kann also wohl das Wärmeleitungs- ögen ebenso steigen, wie ich das für das galvanische Leitungsvermögen der- n beweisen konnte. Die Beobachtungen am Winterschläfer im Vergleich mit ren Thieren zeigen deutlich, dass es sich bei den sich hier ergebenden Unter- eden im Widerstande gegen die Kälte vor allem um besseres Leitungsvermögen Organe für Wärme handeln müsse. Sicher sind hierin die Thierarten und einzelne Individuen derselben Species sehr verschieden. Die Zugvögel und

…entemperatur der Haut herabgesetzt werden. Diese …rch, dass sich auf den Kältereiz die Hautgefässe kon- …on in der Zeiteinheit eine geringere Blutmenge durch … Der Haut wird dadurch weniger Wärme zugeführt, …gabe wird dadurch verlangsamt. Es ist klar, dass …e verlangsamt wird, unter Umständen der durch …gesetzte gesteigerte Wärmeverlust für den Ge- …n kann. Liebermeister zeigte, dass durch ein …r in kalter Luft und analoge Einflüsse, die … kann. In Folge dieser durch die äussere …eigerung müssen alle Organthätigkeiten …ehmen, da wir ja wissen, dass eine …esitzt. Die Verengerung der Haut- …ng von Wärme im Inneren des … des Wärmeverlustes, sondern …llem wärmeerzeugenden Or- …rechend mehr Oxydations- …n Durchschneidung des Gehirnes …e beträchtliche Temperaturerhöhung … die operirten Thiere vor Abkühlung schützte. Er … gefässverengenden Centra sich im Gehirn ein Mo- …rum befinde, mit dessen Lähmung die Erwärmung des Blutes …minderten Wärmeabfluss erfolgt; für die Fieberlehre könnte diese …tung, wenn sie sich bestätigt, von Wichtigkeit werden.

… die Wirkung der Kälte so bedeutend, dass eine wirkliche Herabsetzung …pertemperatur erfolgt, so tritt nun als weiterer Regulator die Verlang- … des Herzschlages und der Athemfrequenz ein. Auch die in Folge der …esetzte Bewegungslosigkeit wirkt im Principe wärmeerhaltend. Walther …eigt, dass todte Thiere sich sehr viel weniger rasch abkühlen unter den- …Umständen als lebende, was er auf den vollkommenen Bewegungsmangel … Es muss hier aber auch an die postmortale Temperatursteige- …der Leiche erinnert werden, welche durch die eintretende Starre in den …en (Myosingerinnung) und die Blutgerinnung hervorgerufen wird. In der …ehen wir reflektorisch den Körper seine abkühlende Oberfläche möglichst …nern, sich zusammenkauern, um auch dadurch den Wärmeabfluss zu ver- … Je kleiner relativ die Oberfläche, desto geringer ist natürlich der Wärme- … grössere Organismen, welche im Verhältniss eine kleinere Körperoberfläche …n als kleinere, erkalten weniger leicht als letztere. Bei Säuglingen und Kin- …mmen zu diesem Momente noch andere den Wärmeabfluss sehr begünstigende … unter denen ich hier an die hohe Athem- und Herzfrequenz erinnern will. …e Erkaltung wird bei jedem Individuum um so rascheren Erfolg haben, je …ger die Summe von Wärme ist, die der Körper in sich trägt. …ben es hier sicher mit einer Folge der Ernährungsweise und also mit einer …er wechselnden Körperzustände zu thun. Wir werden in der nächsten Folge … dass je nach der Nahrung die im Körper befindliche Wärmemenge sehr wech- …st. Da die verschiedenen Lebensalter, Geschlechter, Armuth und Reichthum …artig verschiedene Körperzustände repräsentiren, so ist es wohl verständlich,

warum Arme, Kinder, Greise, Frauen, Rekonvalescenten mehr frieren als n genährte Männer. Jeder Wärmeverlust repräsentirt bei den ersteren eine grösseren Bruchtheil der Gesammtwärmequantität als bei den letzteren. THER's kalorimetrische Versuche lehren direkt, dass die Wärmemenge in ver denen Individuen derselben Thierspecies sehr schwankend sein könne. B Winterschläfer, welcher der Kälte so gut zu trotzen vermag, ergab sich ste höhere Wärmemenge als bei dem Kaninchen.

Die Wärmemenge des Organismus und ihr Verbrauch.

Nach den FRANKLAND'schen Bestimmungen der Verbrennungswärme der Nahru (S. 98) können wir aus den Beobachtungen über den Gesammtstoffwechsel die von d schen in einer bestimmten Zeit gelieferte Wärmemenge berechnen.

Ich wähle aus meinen Stoffwechselversuchen am Menschen drei le wichtige Beispiele heraus, um die Verschiedenheiten der Wärmeerzeugung je nach schiedenen Ernährungsweise anschaulich zu machen.

I. Wärmeproduktion am ersten Hungertage (beginnt 23 Stunden nach letzten Nahrungsaufnahme).

(Die Einnahmen vom Körper aus den Ausgaben berechnet.)

Einnahmen:	Ausgaben:
54,45 Albumin.	18,3 Harnstoff.
195,94 Fett.	0,24 Harnsäure.

(beide vom Körper geliefert).

Daraus berechnet sich eine tägliche Wärmeproduktion von: 2012,816 Wärme-E

II. Wärmeproduktion bei Fleischnahrung.

(Der Ansatz von Fleisch und Abgabe von Körperfett aus den Ausscheidungen bere

Einnahmen:		Ausgab
1832 Gramm Fleisch, davon aber nur zersetzt 1300 Gramm		86 Harns
Fett zum Braten 70 Gramm	145,14 Fett.	1,95 Harns
Weiterverbrauch an Fett vom Körper 75,14 Gramm.		99 Koth.

Daraus berechnet sich eine tägliche Wärmeproduktion von: 2779,524 Wärme-E

III. Wärmeproduktion bei stickstoffloser Kost.

(Eiweissverbrauch und Fettansatz aus den Exkreten gerechnet.)

Einnahmen:		Ausgaben:
51,55	Gramm Körpereiweiss	17,1 Harnstoff.
150	Gramm Fett davon angesetzt:	0,54 Harnsäure
81,5	Gramm, also wirklich verbrannt: 68,5	90 Koth.
300	Stärke.	
100	Zucker.	

Daraus berechnet sich für die 24 stündige Wärmeproduktion: 2059,506 Wärme

Bei gemischter Kost beträgt die Wärmeentwickelung im Tage etwa: 2200,

Die vorstehend formulirten Untersuchungen habe ich an mir selbst bei voll Gesundheit angestellt. Mein Alter betrug 24 Jahre, meine Grösse 6' 2" bayrisch Durchschnittsgewicht 70 Kilogramm.

Stellen wir die erhaltenen Werthe der Wärmeabgabe in 24 Stunden bei verschiede rungsbedingungen und Körperruhe zusammen, so ergiebt sich in runder Summe für

Hungertag	2012,846	Wärmeeinheiten
Tag mit N-freier Kost	2059,506	,,
Tag mit gemischter Kost.	2200,000	,,
Tag mit Fleischkost	2779,524	,,
Im Mittel also etwa	2300,000	Wärmeeinheiten.

Helmholtz hat aus älteren, weniger genauen Angaben als die hier zu Grunde gelegten, den erwachsenen Mann als mittlere tägliche Wärmemenge die etwas höhere Zahl: 0,000 Wärmeeinheiten gerechnet, welche mit meinem Maximum übereinstimmt. Andere oren bekamen noch weit höhere, offenbar falsche Zahlen.

Aus meinen Beobachtungen leitet sich nach dem Vorstehenden vor allem das wichtige ebniss ab: Die Wärmemenge, welche der menschliche Organismus in einer bestimmten zu verausgaben hat, ist vor allem von der gleichzeitigen Nahrungsweise abhängig. itaus am grössten ist die Wärmequantität bei Fleischkost, am geringsten bei stickfflosser Kost; bei gemischter Kost hält sie einen mittleren Werth ein. Die rmemenge am ersten Hungertage beweist, dass auch ohne Nahrungsaufnahme ein fettfleischreicher Organismus die genügende Wärmemenge zu produciren vermag. Ganz ere Resultate werden sich natürlich bei anderen, herabgekommenen Individuen und nach gerem Hunger ergeben. Wir finden in den mitgetheilten Zahlen den Beweis für den oben gestellten Satz, dass der menschliche Körper bei schlechter, z. B. Kartoffelnahrung, der te viel weniger Widerstand zu leisten vermag als nach fleisch- und fettreicher Kost. Dem im Unterhautzellgewebe gut genährter Individuen wird, wenn einmal die Hautarterien ch die Kälte kontrahirt sind, als schlechtem Wärmeleiter auch ein Antheil an der Verderung der allzu raschen Wärmeentziehung zugeschrieben.

Um uns eine Anschauung von der Bedeutung der grossen Zahlen der Wärmeproduktion chen zu können, müssen wir uns daran erinnern, dass eine Wärmeeinheit diejenige rmemenge bedeutet, welche erforderlich ist, um 1 Kilogramm Wasser um 1°C. zu errmen. 2300 Wärmeeinheiten genügen also, um 4600 Pfund Wasser von 0° auf 1°C. oder, s dasselbe ist, 46 Pfd. Wasser von 0° auf 100°C. zu erwärmen. Nennt man Kalorie, wie vielfältig geschieht, die Wärmemenge, welche erforderlich ist, um 1 Gramm Wasser um C. zu erwärmen, so producirt der Mensch im Mittel in 24 Stunden: 2,3 Millionen dieser sendmal kleinen Wärmeeinheiten.

Man hat vielfältig den Wärmeverlust zu bestimmen versucht, welchen der Mensch auf verschiedenen Abzugswegen für seine Wärme erleidet. Es ergiebt sich, dass zum weit erwiegenden Antheil die Wärme an der Haut durch Abkühlung und Verdunstung abgeben wird.

Nach Helmholtz' Rechnung wird von der Gesammtwärme des ruhenden Menschen veraucht:

zur Erwärmung der kälter als der Organismus eingeführten Nahrungsmittel weniger als	2,6%
zur Erwärmung der Athemluft weniger als	5,2%
zur Wasserverdunstung in den Lungen weniger als	14,7%
es bleiben also für die Abkühlung und Verdunstung an der Hautoberfläche mehr als	77,5%

Es ist aus dem im Vorhergehenden Gesagten klar, dass diese Abkühlungswerthe durch rschiedene Aenderungen in den Verhältnissen bedeutende absolute Werthveränderungen leiden können.

Man hat sich in die Helmholtz'sche Berechnung, der Annäherungswerthe zu Grunde gen, daran zu erinnern, dass 1 Kilogramm Wasser zur Verdunstung an der Haut und in er Lunge 582 (grosser) Kalorien bedarf. Die aufgenommenen Speisen und das Trinkwasser alen in Summa eine niedrigere Temperatur als der Körper (etwa 12°C.) und verlassen als akreie den Korper mit dessen Temperatur. Der Erwärmung gegenüber verhalten sie sich twa wie Wasser. Bei der Athmung werden etwa 13000 Gramm = 10 Millionen Kcm. Luft

von im Mittel 12 °C. eingeathmet, ausgeathmet mit 37 °C., also erwärmt um 25°
Wärmekapacität der Luft ist 0,26, wenn die des Wassers = 1 ist, also beträgt der
verlust durch die Athmung 13000 × 25 × 0,26 = 84,5 Kalorien.

Ueber den Zusammenhang zwischen Wärme und Muskelarbeit folgt das Näher
Kapitel.

Historische Bemerkungen. — (Cf. S. 183 Ernährung.) CARTESIUS schloss sich der
an, die schon ARISTOTELES, HIPPOKRATES und GALEN vertreten hatten, dass dem Her
natürliche, angeborene Wärme innewohne, welche sich von hier aus durch den ga
per verbreitet. TH. BARTOLINUS schrieb im selben Sinne de flammula cordis 1667.
siologen der späteren Zeit theilten sich in zwei Schulen: die mechanische und c

Die mechanische Schule sprach als die Ursache der thierischen Wärme
die Bewegung des Blutes und die Reibung desselben an den Wandungen der G
Unter den Hauptvertretern dieser Schule sind BOERHAVE, MARTINE und VAN SWIETEN
Sie gründeten ihre Meinung vorzüglich darauf, dass die Wärmeabgabe des Körp
Bewegung gesteigert werde, und dass die letztere bei Kälte das einzige Mittel zur
desselben sei, alles, was die Blutbewegung (den Pulsschlag) beschleunige erhöh
Wärme, sie stehe im geraden Verhältniss zur Geschwindigkeit der Blutbewegung
kehrten zur Weite der Gefässe. Im Winter zögen sich, zur Erzeugung gesteigert
durch vermehrte Reibung die Gefässe mehr zusammen, im Sommer dehnten sie
ROBERT DOUGLAS machte (1751) auf dieses letztere Verhalten besonders aufmerksam
hauptete, die Reibung finde hauptsächlich zwischen den Blutkügelchen statt. Fr
1785 die Hypothese auf, dass die animale Wärme durch die Reibung der festen Be
des stets bewegten Körpers entstehen solle.

Man hatte gegen diese Annahmen geltend gemacht, dass bei Reibung von Flü
in Röhren keine merkbare Erwärmung stattfinde, HUNTER macht darauf aufmerks
auch solche Thiere der Kälte widerstehen, bei denen kein Blutkreislauf stattfinde
leugnet die durch Temperaturunterschiede erzeugten Veränderungen im Gefässlum
Gefässe stets wärmer seien als die äussere Temperatur, und HALLER meint, die stri
legung der Annahme dadurch zu führen, dass die kaltblütigen Thiere, Fische und
engere Gefässe hätten als die warmblütigen, und überdiess sei bei dem kaltblütig
die Zahl der Pulsschläge doppelt so gross als bei dem Ochsen.

Zu den Vertretern der chemischen Schule gehörten VON HELMONT (165
ETTMÜLLER u. v. A. Sie leiteten die animale Wärme von »Gährungen und Effer
zen« ab (cf. Ernährung), welche in Folge der Mischung des Blutes und der Säfte
sollten. HAMBERGER behauptete 1751, dass die thierische Wärme durch Gährung,
Verbindung von schwefelartigen und laugenartigen Theilen entsteht in analoger W
im Taubenmist und feuchten Heu. Noch am Ende des Jahrhunderts kamen M
RHIGBY (1785) und STRNADT auf diese Meinung zurück.

Dagegen hatte schon 1684 STAHL an die aristotelische Beobachtung angeknüpft
Wärme durch die Respiration in den Lungen erzeugt werde, indem er sich wie A
auf die vollkommener ausgebildeten Lungen der warmblütigen Thiere beruft. Hierin
sich die chemische und physikalische Schule bis zu einem gewissen Punkte. D
BOERHAVE, HALES m. A. hatten angenommen, dass durch Verdichtung des Blu
Lungen die Wärme entstehe, welche mit der Athemluft abgeführt werde. Die ch
Erklärungen waren dem Stande der Verbrennungslehre entsprechend noch sehr va
Man war nicht einig, ob die ausgeathmete Luft, welche nach PRIESTLEY zu den phlo
gehörte, Phlogisten- oder Brennstoff aus dem Körper ausführe, oder ob nach Sc
sogenannte reine Luft vielmehr Brennbares in den Körper hereinbringe. ABAI
stellte 1779 seine vielgerühmte Theorie der thierischen Wärme auf, die sich tr
Gegner sehr lange in Ansehen erhielt. In den Lungen verbindet sich die »reine Luft
»Phlogisten« und es wird fast der sechste Theil derselben in Wasserdampf das übri
Luft« verwandelt. Die specifische Wärme der reinen Luft setzte er fälschlich

Wasserdampfes dagegen nur zu 1,5, die der fixen Luft nur zu 1,05, wodurch ein grosser erschuss von Wärme in der Lunge entstehe, die hier dem Blut mitgetheilt und von da Körper verbreitet werde. Die Beständigkeit der Blutwärme erklärte er wie Leslie und nklin aus dem durch Verdunstung entstandenen Verlust, während Andere wie Blagden auf eine Kälte erzeugende animalische Kraft zurückführen wollten. Berlinghieri berech- dagegen richtig, dass durch die Wasserverdunstung in der Lunge nicht Wärme, son- n vielmehr Kälte entstehen müsse.

Andere Forscher leiteten, im Gegensatz zu den vorstehenden Annahmen, die Wärme von Verdauung ab (Gren, John, Hunter 1794). Der berühmte Franklin sagte, das Feuer wohl als auch die Luft würden von den Pflanzen bei ihrem Wachsthum gezogen, verdichteten sich in ihnen und machten einen Theil ihrer bstanz aus. Beides werde bei der Verdauung und Assimilation ihrer Theile mit dem rischen Körper, dem sie zur Ernährung gedient hätten, wieder frei und theile sich diesem . Mortimer stellte die Hypothese auf, dass durch die stete Verbindung des in den thieri- en Flüssigkeiten enthaltenen Phosphors mit der Luft die thierische Wärme entstehen sollte.

Unsere gegenwärtigen Anschauungen knüpfen an die Darstellungen Lavoisier's (1777) an. Sauerstoff der atmosphärischen Luft erzeuge die Wärme, indem er sich mit dem Kohlen- ff in der Lunge verbindet. Er bestimmte mit Laplace im Kalorimeter die Wärmemenge, lche ein Thier (Meerschweinchen) während der Erzeugung einer bestimmten Menge von lensäure abgab, und fand, dass diese nahezu (sie war etwas grösser) übereinstimmte mit durch Verbrennung von Kohle bis zur Bildung einer gleichen Quantität Kohlensäure her- gebrachten. Wie diese Lehre ausgebaut wurde, ist an anderen Orten schon dargestellt rden (Ernährung, Athmung). Besonders wichtig waren J. Davy's Untersuchungen. Doch langsam bürgerte sich Lavoisier's Theorie ein. Noch 1813 ging Dalton auf die angeführte wford'sche Theorie zurück. Ganz abenteuerliche Phantasieen machten sich daneben noch eit. Peart sprach 1788 die Meinung aus, dass das »Phlogiston« der Nerven und der »Aether« Blutes sich vereinigten, wodurch Wärme und Bewegung entstehen sollte. de la Rive ete die Wärme von der hypothetisch angenommenen Nervenelektricität, Chossat u. A. Allgemeinen von der Nerventhätigkeit her. Buntzen (1805) hatte bei galvanischer Rei- g der Muskeln Wärme entstehen sehen, er sprach darum die Thätigkeit der Muskeln als rmequelle an. Matteucci (1834) machte auf die von Pouillet entdeckte Wärmeerzeugung der Imbibition lockerer Substanzen aufmerksam, die er für trockene, gepulverte thie- che Substanzen bestätigte.

Aus le Gallois' Untersuchungen ergab sich das Resultat, dass die erzeugte Wärme dem rzehrten Sauerstoff proportional sei, sie wechselt mit der grösseren oder geringeren Mun- rkeit, dem Wohlsein und überhaupt der Lebensthätigkeit der Thiere, dem Rohgewichte ist nicht proportional. Dulong und Petit sowie Despretz (1823) haben die Untersuchungen voisier's mit dem Kalorimeter wiederholt und kamen im Allgemeinen zu dem Resultat, dass ch die aus dem Verbrennungsvorgang im Organismus zu rechnende Wärmemenge mit der obachteten Wärmemenge ziemlich nahe deckt, die von ihnen gefundene Wärmemenge war was geringer als die aus der organischen Verbrennung berechnete.

Für unsere Kenntnisse über die thierische Wärme waren die thermoelektrischen Bestim- ungen von Becquerel und Brechet (1835) besonders wichtig.

Temperaturbeobachtungen für ärztliche Zwecke.

Im Anschlusse an obige Auseinandersetzung muss noch einmal direkt darauf aufmerksam emacht werden, dass die Beobachtungen über Veränderungen des Wärmeabflus- ses genügen, um dem Arzt die grösste Vorsicht anzurathen bei Entscheidung der Frage, ob in Krankheitszustand seine vermehrte oder verminderte Temperatur von einer Auf- oder Ab- wärtsschwankung in der Stärke der Oxydationsvorgänge ableite. Bei regelmässiger Thätig- keit der Wärmeregulirung kann, wie die Versuche lehren, der Stoffwechsel um das Doppelte

und Dreifache gesteigert oder vermindert sein, ohne dass die Körpertemperatur dadurch
wesentlich beeinflusst würde. Auch eine Steigerung der Bluttemperatur, i
der Temperatur der Hautoberfläche durch gesteigerte Wärmezufuhr, kann allein du
minderten Wärmeabfluss erzeugt werden. Ja es kann, wie wir oben gesehe
eine Steigerung der Oxydationsgrösse im Körper das sekundäre Phänomen sein,
von einer primär auf dem anderen Wege erhöhten Bluttemperatur.

Nach diesen Gesichtspunkten haben wir die bei dem Fieberfroste gefundene E
der Bluttemperatur zu beurtheilen, sie ist ein sekundäres Phänomen, analog den v
MEISTER beobachteten Temperatursteigerungen durch Einwirkung geringerer Kälte
hängig von der Kontraktion der peripherischen Arterien, welche auch durch Blutle
Haut, wie sie regelmässig durch den Kältereiz hervorgebracht wird, dem Patiente
fühl des Frostes als eine Sinnestäuschung erzeugt. Aus der Erhöhung der Blutte
könnten dann alle anderen Fiebererscheinungen sich ergeben: beschleunigter H
beschleunigte Athemfolge, gesteigerte Oxydation, die dann, wenn auf die krampfh
traktion der peripherischen Gefässe als Ermüdungserscheinung eine Lähmung de
eintritt, das zweite oder Hitzestadium des Fiebers charakterisiren. So vereinige
Angaben der verschiedenen experimentell arbeitenden Pathologen, vor allem Tr
LIEBERMEISTER's, von denen ersterer das Fieber als eine Kontraktionserscheinung
pherischen Gefässe, der andere als eine Steigerung der Oxydation auffasst. Beide
tungen sind richtig. Die beiden Erscheinungen verhalten sich aber zu einander w
und Wirkung.

Offenbar kann die krankhaft gesteigerte Oxydation auch als etwas Selbständige
nen. Die Veränderung in der chemischen Zusammensetzung der Gewebe, die A
von Zersetzungsprodukten in denselben hat einen selbständigen, verändernden E
den Fortgang der normalen Zersetzungen. Es treten dadurch ganz analoge Vera
im Stoffumsatze ein, wie wir sie bei der Thätigkeit der Muskeln antreffen werden,
sehen sie hier wie da mit dem gleichen Erfolge verknüpft: Ermüdungsgefühl und K
keit charakterisiren die fieberhaften Krankheiten ebenso wie die normale Ermüd
sind »ermüdende Stoffe«, welche sich in den Geweben anhäufen und in den Mu
bekannte, scheinbare Erschöpfung, in den Nerven die abnorme Erhöhung der Reizb
zeugen; beide Erscheinungen sind durch die »Anwesenheit« der ermüdenden St
der Zersetzungsprodukte der Gewebe (Milchsäure, saueres phosphorsaueres Kal
letzteren und im Blute bedingt. Sowie sie entfernt z. B. neutralisirt sind, kehrt Kra
Wohlgefühl zurück.

Die Bemerkung, dass allen fieberhaften Krankheiten ein Stadium der Vo
deren Hauptcharakteristikum als »Ermüdung« im oben gegebenen Sinne bezeichne
muss, bei der sich die Muskelschwäche und nervöse Erregung bis zum Schmerz steig
macht den Gedanken wahrscheinlicher, dass es sich (im Gegensatz zu TRAUBE's Hy
bei Fieber auch primär um eine gesteigerte Bildung von Zersetzungsprodukten de
(gesteigerte Oxydation) oder um mangelhafte Abführung der in normaler Quantität g
handeln könne. Die fraglichen Stoffe können im Blute angehäuft als Reiz für die M
der Gefässe dienen und diese zur Kontraktion veranlassen. Man könnte hier auch
durch diese Stoffe angeregte Veränderung in der Wirkung des TSCHESCHICHIN'schen W
moderationscentrums im Gehirne denken, wodurch primär eine Kontrak
Gefässe hervorgerufen würde, welche später in eine Lähmung desselben überg
hat die Höhlenflüssigkeiten des Gehirnes reich an Kalisalzen gefunden; es ist wa
lich, dass die vorhandenen Analysen sich auf krankhaft veränderte Flüssigkeiten
und dass die Vermehrung der Kalisalze im Gehirne es ist, welche ent
ihren heftigen Wirkungen auf Nerven und Muskeln den ersten Anstoss zur Veränd
normalen Körperaktionen bei dem Entstehen fieberhafter Krankheiten giebt.

Da wir eine Erkaltung der Hautoberfläche mit Veränderungen, Steigerungen in den
gängen verknüpft sehen, so begreifen wir leichter, wie die »Erkaltung« als krank

ache wirksam werden könne, wenn wir als letzten Krankheitsgrund die Anhäufung ge- ser durch den Stoffumsatz im Körper entstehender Stoffe in übermässiger Menge im Blute l den nervösen Centralorganen annehmen. A. Walther beobachtete bei allen seinen eren, die er übermässig erkaltet hatte, in den folgenden Tagen einen sehr gesteigerten, berhaften« Stoffverbrauch, sie verloren alle bedeutend an Gewicht. Ebenso stimmt mit hier gegebenen Anschauung über das Fieber überein, dass der Körperzustand nach über- siger Muskelaktion nicht vom Hitzestadium eines heftigen Fiebers zu unterscheiden ist: erregte Aussehen, die glänzenden Augen, die gesteigerte Temperatur der Haut und des tes, das Jagen des Pulses und der Athemthätigkeit, die erhöhte nervöse Erregbarkeit, die zur Schlaflosigkeit und Zittern sich steigern kann, verbunden mit grosser Ermattung der kulatur, Unfähigkeit zur Muskelbewegung: die Farbe und das Ansehen des sedimenti- den in spärlicher Menge abgesonderten koncentrirten Harnes — Alles sind Zeichen des bers. Die Bilder der Ermüdung momentan nach starker Muskelaktion und des fieberhaf- Hitzestadiums sind in Nichts verschieden; wir können nicht daran zweifeln, dass sie ch die gleichen Ursachen hervorgerufen werden: durch Vermehrung der im Blute und len Geweben enthaltenen Zersetzungsprodukte. Nach der Nahrungsaufnahme sind letz- natürlich ebenfalls in analoger Weise gesteigert; dem entsprechend sehen wir nach er stärkeren Mahlzeit auch eine Art fieberhaften Zustandes eintreten. Am bedeutend- s ist die gleichzeitige Entstehung der, man gestatte den Ausdruck, »fiebererzeugenden« e nach starker Fleischnahrung; in meinen Versuchen sah ich den »fieberhaften« Zustand h dem Essen bei Aufnahme übermässig grosser Fleischmengen am stärksten. Es wurden Gramm (frisch gewogenes) Rehfleisch gegessen. Nach dem Essen heftiger Durst, be- endes Hitzegefühl mit Schweiss, Kopfschmerz, Nachts trotz grosser Ermattung sehr ge- er und unruhiger Schlaf.

Der Arzt benützt zu seinen exakten Temperaturbestimmungen das Quecksilberthermo- ter. Da es von grössten Werthe für ihn ist, absolute Werthangaben für die Tempe- r zu erhalten, so muss sein Thermometer genau auf seine Richtigkeit geprüft sein. An m thauenden Tage im Frühjahr hat der schmelzende Schnee die Temperatur von 0°, es also leicht, diesen fixen Punkt zu bestimmen. Es zeigt sich sehr häufig, dass bei gut ge- hten Thermometern der Nullpunkt etwas zu tief oder zu hoch angegeben ist. Die Ther- meter werden dadurch für absolute Angaben nicht unbrauchbar. Man zieht nur von dem ndenen Werthe soviel ab, als der falschen Lage des Nullpunktes entspricht. Steht der re Nullpunkt des Thermometers z. B. auf 1,5°C., so hat man 1,5° von allen Zahlen- aben des Thermometers, um absolute Werthe zu erhalten, abzuziehen. Die physika- hen Anstalten in fast allen Städten (in Gewerbe- und Realschulen etc.) geben dem Arzte h hinreichend Gelegenheit, sein Instrument ganz genau prüfen zu lassen. Die Firma der rmometerfabrik giebt durchaus noch keinen genügenden Schutz, da z. B. die Verände- g des Nullpunktes ein physikalisch nothwendiges Phänomen ist.

Das Thermometer soll den Nullpunkt angeben, keine Papierskala, sondern eine Glas- la haben und kleinere Unterabtheilungen von Graden noch direkt ablesen lassen. Ist jeder d in 0,2° getheilt, so lässt sich 0,1° noch schätzen. Je kleiner, desto handlicher. Eine inere Quecksilberkugel erhöht die Raschheit, eine grössere die Sicherheit der Messung.

Die erste Bedingung der Temperaturmessung ist natürlich die, dass das angewendete rfahren nicht selbst die Temperatur des Theiles verändert, dessen Temperatur man messen ll. Diese Gefahr ist am grössten bei Messung der Wärme an der Körperoberfläche. Bringt n die Thermometer auf die Haut und umgiebt diese mit einem schlechten Wärmeleiter, steigt natürlich durch den gehinderten Wärmeabfluss die Temperatur der Hautstelle. Es eint nur mit thermoelektrischen Apparaten die Hauttemperatur genau be- mbar zu sein, da man dieselben so klein machen kann, dass die durch sie gesetzte rung des Wärmeabflusses verschwindend wird. Es entziehen sich diese Beobachtungen durch der ärztlichen Praxis.

Bedient man sich eines Quecksilberthermometers, so ist die erste unerlässliche Bedingung,

dass die Thermometerkugel wirklich die Temperatur des zu messenden Theiles
So lange die Temperaturunterschiede zwischen Thermometer und Körper gross
die Erwärmung des ersteren rasch, sie wird aber immer langsamer, je mehr sich
peraturen ausgleichen. Es braucht also ziemlich lang, ehe das Thermometer
Temperatur richtig anzeigt: niemals ist das unter 15 Minuten der Fall, auch
Zeit sieht man aber meist noch ein geringes Ansteigen. Die Messung ist erst dann
wenn das Thermometer innerhalb 5 Minuten nicht mehr merk
stiegen ist.

Die Funktionen der Kleider.

Dieser Abschnitt der Wärmelehre des menschlichen Organismus hat erst in d
Zeit eine seiner Wichtigkeit entsprechende Untersuchung von Seite v. Pettenkof
den, der wir uns hier anschliessen.

Der Werth der Kleidung für Physiologie und praktische Medicin springt sog
Augen, wenn wir bedenken, dass durch die Umhüllung die Funktionen der natür
peroberfläche wenigstens theilweise übernommen werden. Der Hauptzweck d
besteht darin, den Wärmeabfluss aus unserem Körper, für dessen Regulirung wi
selbst gelegene, unwillkürlich thätige Einrichtungen kennen gelernt haben, auch
lich zu modificiren. Der Werth der Kleidung steigt für den Menschen mit der ab
Mitteltemperatur des Klimas, in welchem er lebt. Die Natur hat den Menschen n
Thiere in eine dickere Schichte die Wärme schlecht leitender Stoffe (Federn, H
hüllt. Die Kleider haben dem Menschen diesen nur scheinbaren Mangel zu ersetz
befähigt, indem er die Kleidung der Temperatur anpasst, den Kampf mit den
schen Einflüssen aller Zonen zu bestehen. Die Mitteltemperaturen in welchen
und der Eskimo leben, unterscheiden sich um 43 °C., ohne dass die Bluttemper
verschieden wäre.

Die Kleider haben verschiedene Aufgaben zu erfüllen. Die eine besteht d
Leitung die Körpertemperatur auf andere schlechtleitende Stoffe zu übertragen, w
die Wärmeabgabe an die Luft an ihrer Oberfläche an Stelle der Haut übernel
Stoffe müssen schlechte Wärmeleiter sein, damit sie die ihnen übertragene Wär
rasch wieder abgeben. Es überziehen den Menschen die Kleider gleichsam mit ei
Haut. Seine empfindliche, nervenreiche Hautoberfläche, welche jede Temperat
rung mit dem unangenehmen Gefühle des Frostes beantwortet, erkältet sich bei
wählter Kleidung, wie das Thermometer ergiebt, niemals unter 24 bis 30 °C. Bei d
Temperatur fühlen wir uns wohl, zum Beweise, dass der Mensch eigentlich für
Klima geboren ist. In seinen Kleidern trägt er das für sein Wohlbefinden n
Klima bis zu den arktischen Regionen. Die Wärmeabgabe findet bei dem beklei
schen an der äusseren Oberfläche der Kleider statt. Diese erkaltet, während die
den Körper direkt berührt, stets hoch temperirt bleibt. Von diesem Erkalten d
oberfläche spürt die Haut Nichts, die Kleider übernehmen, könnte man sagen,
für sie. Dasselbe ist der Fall bei der Wärmeabgabe behaarter oder befiederter T
bei dem Menschen am behaarten Kopfe. Da hier die Haut auch mit schlechten W
umgeben ist, welche nervenlos sind, so findet die Abkühlung unempfunden a
fläche jener statt. Ist die Temperaturdifferenz zwischen Haut und Luft sehr be
ziehen wir noch einen zweiten oder dritten Ueberzug über die Haut; Hemd, Ro
rock, um die Wärmeabgabe noch weiter von der Hautoberfläche wegzuverlegen.

Pettenkofer hat Untersuchungen darüber angestellt, wie sich die am meist
dung benützten Stoffe, Leinwand und Flanell (Schafwolle) der Wasseraufnahme u
verdunstung gegenüber verhalten. Es stellte sich vor allem heraus, dass das
wicht an Schafwolle in feuchter Luft fast doppelt so viel Wasser in sich aufn
Leinwand, die erste ist also etwa doppelt so stark hygroskopisch als die letzt

liger ist es, dass die Leinwand unter den gleichen Verhältnissen sehr viel rascher ihr oskopisch aufgesaugtes Wasser verliert als der Flanell; der Flanell trocknet auch äussermit Wasser befeuchtet weit langsamer als die Leinwand.

hne Zweifel haben wir hier in dem Verhalten der beiden Stoffe der Feuchtigkeit gegeneinen Erklärungsgrund, warum die Praxis unter Umständen Leinwand oder Wolle als ung wählt. Wir wissen, dass die Verdunstung der feuchten Fläche, an der sie statt-t, sehr rasch eine bedeutende Wärmemenge entzieht; je rascher die Verdunstung statt-t, desto rascher und plötzlicher ist der Wärmeverlust, desto eingreifender werden also seine etwaigen physiologischen Wirkungen sein. Schweiss an sich wird nicht zur kheitsursache, wenn seine Verdunstung nicht zu rasch erfolgt, dagegen sehen wir, wenn n Schwitzenden, z. B. bei Zug und Wind, durch die rapide Verdunstung sehr rasch me entzogen wird, den Schweiss als Krankheits-, Erkältungsursache auftreten. Die der saugen die wässerigen Hautabscheidungen in sich, die Verdunstung findet zumeist er Kleideroberfläche statt. Geht die Verdunstung sehr rasch vor sich, so wird sie sich stverständlich auch der Haut als Erkältung fühlbar machen. So verstehen wir, warum Wolle auf dem blossen Leibe getragen vor Erkältung schützt, sie trocknet, da sie sehr oskopisch ist, die Hautoberfläche, verlegt dadurch die Verdunstung möglichst weit von r weg und vertheilt den durch die Wasserverdunstung erfolgenden Wärmeverlust auf möglichst grosse Zeit, sodass er in jedem einzelnen Zeitabschnitt einen bestimmten en Werth nicht überschreitet. Der Haut wird so der Wärmeverlust möglichst unfühlgemacht. Dagegen wissen wir, dass die leinenen Kleider, so wie sie z. B. durch Schweiss t sind, das Gefühl der Kälte hervorbringen, während die wollenen bei mässiger Feuchit wärmer zu werden scheinen. Der Grund, warum Leinwand erkältet, liegt zweifels- in der nachgewiesenen rascheren Wasserabgabe. Da sie weniger hygroskopisch ist als e, so bleibt bei stärkerem Schwitzen die Haut unter ihr nass, es kann direkt an der oberfläche auch eine Verdunstung mit Wärmeverlust stattfinden. Wo es uns also darauf ommt, unsere Wärme möglichst rasch loszubringen, z. B. im Sommer, da werden sich ne Stoffe als Kleidung empfehlen. Jeder, welcher leicht in Schweiss geräth, wird aber thun, sich gerade in heissen Zeiten und Klimaten mit Flanell zu umhüllen (wollene rkleider), um sich bei Temperaturwechseln und unvermuthetem Winde oder Zuge nicht so gefährlichen Erkrankungsursache der Erkältung auszusetzen.

Eine weitere Aufgabe der Kleidung besteht darin, die Luftbewegung an unserer Hautfläche soweit zu mässigen, dass sie keine Empfindung in unseren Hautnerven mehr herbringt. Hier stimmt die Aufgabe der Kleider und Wohnräume überein. In dieser Beung ist das Zelt nichts Anderes als ein grosser Mantel, in den wir uns ganz verkriechen nen, der Mantel ist ein Haus, das wir wie die Schnecke das ihrige auf unseren Schultern uns umhertragen.

Bei der Frage nach der Lufterneuerung in unseren Wohnungen haben wir schon davon prochen, dass wir den Körper eines im Freien befindlichen Menschen uns wie jeden anen feuchten Körper der Luft gegenüber zu denken haben. Je rascher die Luft an feuchten Ben vorbeizieht, desto rascher geht die Verdunstung vor sich, um so rascher wird einem rmen Körper seine Temperatur entzogen. Ein heisses Eisen in Wasser gesteckt kühlt t rascher ab, wenn das Wasser, das ihm Wärme entzieht, bewegt wird, als wenn es ruhig bt; den Hausfrauen ist die Thatsache geläufig, das die Wäsche im Winde weit rascher knet als bei ruhiger Luft und sonst gleichen äusseren Verhältnissen. Der Grund für die chere Abkühlung durch ein bewegtes kühlendes Medium liegt darin, dass die Wärme- um so rascher erfolgt, je grösser die Temperaturdifferenz ist, zwischen den beiden, mperatur ausgleichenden Körpern. Die an der Oberfläche des warmen Körpers hinende Luft erwärmt sich. Würde sie hier stagniren, so würde im nächsten Moment rmeabgabe vom Körper an sie geringer werden müssen, endlich ganz aufhören, wenn ft die Temperatur des Körpers definitiv angenommen hätte. Wird die Luft rasch be-

wegt, so kommen immer neue kalte Lufttheilchen mit der Wärmequelle in Berüh
Wärmeabgabe erfolgt sonach sehr rasch. Ein an sich auch warmer Wind oder Luft
uns also erkälten. Der Erkältungsgrund wird geringer, wenn die Luftbewegung
Körper geringer wird. Die Luftbewegung entzieht unserem Körper aber nicht all
Wärme, weil letzterer wärmer ist als erstere; sie erkältet ihn auch, wie wir wiss
Wasserverdunstung. Auch dieser Vorgang steigt mit der steigenden Luftgeschwind
die an dem feuchten Körper hinstreichenden Lufttheilchen, die sich in ihm mit Wa
beladen haben, sogleich wieder durch neue ersetzt werden, deren Wasseraufnahm
noch nicht geschwächt ist. Auch die Wasserverdunstung geht natürlich um so
grösser die Differenz zwischen dem Wassergehalt des feuchten Stoffes und dem d
bei ganz trockener Luft ist sie am stärksten.

Wir dürfen dieses Moment in der Wirksamkeit unserer Kleider nicht übersch
kommt durchaus nicht darauf an, eine r u h e n d e Luftschichte um unsere Haut
her zu erzeugen; es handelt sich nur darum, die Luftbewegung so weit zu mäss
unsere Haut keine Empfindung mehr von ihr hat, was schon bei einer Geschwind
$1^1/_2$—2 Fuss in der Sekunde erreicht ist (wobei wir im Freien volle Windstille a
und andererseits der Luft bei ihrem Vorbeiziehen an dem Körper Zeit zu lassen, si
zu erwärmen, sodass auch von Kälte kein Gefühl entsteht. Mit feinen Instrume
mometern) kann man wirklich in den Kleidern einen aufsteigenden Luftstrom
der mit Abnahme der äusseren Temperatur an Stärke zunimmt. Trotz dieser
Bewegung erreicht, wie schon gesagt, die Luft innerhalb der Kleider eine Temp
24—30 °C.

Die Undurchdringlichkeit der Kleider für Luft, welche eine möglichste Beschr
Luftstromes in den Kleidern erzeugen würde, ist so wenig Erforderniss für das W
dass wir bei einigen Stoffen sogar deutlich sehen können, dass sie dann, wenn si
luftdicht gemacht sind, z. B. Leder, feuchte Leinwand, nicht mehr zum Warmh
lich sind.

PETTENKOFER's Versuche lehren, dass die Durchdringlichkeit für Luft keinen
für die Fähigkeit, warmzuhalten abgeben kann. Sie ergeben, dass ein Kleid luftd
warm zu sein vermag, und dass es hiebei viel mehr auf die Wärmeleitungsfähigk
Unterschiede in der Wasserverdunstung des Stoffes als auf das Mehr oder We
welches es durchlässt, ankommt. Nach direkten Bestimmungen ordnen sich die
ihrer Luftdurchgängigkeit in folgende Reihe, wenn wir die Luftmenge, welche g
Stücke Zeug, in gleicher Zeit unter gleichem Druck durch sich hindurchtreten
Maassstab dafür annehmen.

Flanell	10,41	Liter.
Buckskin	6,07	,,
Leinwand	6,03	,,
Sämisches Handschuhleder	5,37	,,
Seidenzeug	4,14	,,
Weissgares Handschuhleder	0,15	,,

Trotz des Unterschiedes im Warmhalten lassen Leinwand und Buckskin gle
in derselben Zeit durchtreten. Die sämischen, waschledernen Handschuhe hal
während man in den kaum für Luft durchgängigen weissgaren, glanzledernen H
friert.

Nimmt man eine doppelte Lage Zeug, so sinkt dadurch das Durchlassungsve
Luft nur unbedeutend. Watte, die sehr warm hält, verlangsamt den Luftstro
kaum merklich. Dagegen wird die Durchgängigkeit für Luft durch Befeuchtu
unterbrochen. Wir wissen, was daraus für ein ungemein lästiges Gefühl entsteh
haben wir es bei letzterem um eine Behinderung der normalen Ausdünstung zu
Körper befindet sich in einem analogen Zustande wie bei lackirten Thieren.

in Kautschuck können dieselben Störungen in den Lebensfunktionen eintreten als durch drückung der Hautfunktionen durch Ueberstreichen mit einem undurchgängigen Firniss. rührt auch die Belästigung, die wir bei sogenannten Mackintosh-Röcken aus Kautk empfinden.

m Schlusse seiner Untersuchung, der wir im Vorstehenden gefolgt sind, fügt Pettennoch eine lehrreiche Betrachtung über die Wirkung nasser Füsse an, die in Beziehung se zur grössten Vorsicht ermahnen muss. Wenn wir uns im Freien nasse Füsse zun haben, so beginnt, sowie wir in ein warmes Zimmer mit trockener Luft kommen, edeutende Verdunstung. Wenn man an der Fussbekleidung nur 3 Loth Wolle durchhat, so erfordert das Wasser darin so viel Wärme zu seiner Verdunstung, dass man $^1/_2$ Pfund Wasser von 0° zum Sieden erhitzen oder mehr als $^1/_2$ Pfund Eis schmelzen . So gleichgiltig manche Menschen gegen durchnässte Füsse sind, so sehr würden h sträuben, wenn man ihre Füsse zum Erhitzen einer der Verdunstungskälte äquiva- Menge Wasser oder zum Schmelzen einer äquivalenten Menge Eis verwenden wollte, och thun sie im Grunde ganz das Gleiche, wenn sie ein Wechseln der Fussbekleidung umähen!

e Sommerkleider eines Mannes wiegen etwa nach jetziger Mode 5 bis 6 Pfund, die einer 6 bis $6^1/_2$ Pfund. Die Winterkleider beider Geschlechter bei etwa 0° äusserer Temur wiegen 12 bis 14 Pfund.

ne nähere Aufzählung der durch zu enge und unzweckmässig geformte Kleider: Schnür-, Rockbänder, Fussbekleidung etc. etc. gesetzten Störungen würde zu weit führen. Einfluss der Kleiderfarben auf die Wärme derselben, vielfältig an Wichtigkeit überzt, ist allgemein bekannt. Die Wirkung des Bettes, eines der nöthigsten Kleidungse des Gesunden wie Kranken, ist noch nicht wissenschaftlich untersucht.

as Wärmeleitungsvermögen organischer Stoffe und Gewebe ist verhältnissg gering, alle die zu Kleidungsstücken verwendeten Stoffe sind sehr schlechte Wärme- Besonders legt die bei ihnen stattbabende grössere oder geringere faserige Zertheilung Värmemittheilung Hindernisse in den Weg. Da die Wärme eine Art von Bewegung ist, rd ihre Ueberleitung durch jede Unterbrechung des molekularen Zusammenhanges ge- Die Wärme muss dabei von dem festen Körper auf Luft, von da wieder auf den festen r übergehen, wobei die Mittheilung immer unvollkommen bleibt. Die Kleider, die schen Felle und vor allem die Flaumkleider der Vögel sind also nicht nur durch das chte Leitungsvermögen ihrer festen Substanzen, sondern dadurch, dass sich zwischen noch Luft einschiebt, so schlechte Wärmeleiter. Rumford hat Bestimmungen über die neleitung verschiedener Substanzen angestellt, die meist zur menschlichen Kleidung n. Die folgende Tabelle giebt ihren Wärmeleitungswiderstand auf eine willkürliche it bezogen an. Der Wärmeleitungswiderstand ist dem Wärmeleitungsvermögen umgeproportional, er ist für: Gedrehte Seide 917, Holzasche 927, Kohle 937, feiner Flachs Baumwolle 1046, Lampenruss 1117, Schafwolle 1118, Taffet 1169, rohe Seide 1264, fell 1296, Eiderdunen 1305, Hasenhaar 1312.

le die aufgeführten Substanzen leiten also die Wärme sehr schlecht, gedrehte Seide am n, Hasenhaar am schlechtesten (Tyndall).

e **Heizung.** — Wenn im Winter bei dem Aufenthalte in den Wohnräumen, die Kleistücke nicht mehr ausreichen, das behagliche Gefühl von Wärme hervorzubringen, n wir dieses durch Heizung zu erreichen. Auch sie hat physiologische Bedeutung.

ir frieren in einem Zimmer nicht nur, weil die Luft in ihm kalt ist, welche unseren r direkt umgiebt, sondern auch darum, weil wir durch die schlecht leitende Luft durch nestrahlung gegen kalte im Zimmer befindliche Gegenstände Wärme verlieren. Es kann nem rasch geheizten Zimmer die Luft einen hohen, sogar unangenehm hohen Wärmebesitzen, wir frösteln aber, wenn die Wände, Meubles etc. noch nicht durchwärmt sind, tziehen uns Wärme, die wir gegen sie ausstrahlen. Von einer richtigen Heizung ver- wir also eine Durchwärmung des gesammten Wohnraumes und seines Inhaltes.

Die Temperatur eines geheizten Zimmers sollte nicht über 14—15 °C. steigen
darf durch die Heizung nicht zu trocken werden, da sie uns sonst durch Wasserver
zu viel Wärme entzieht. Mit dem länger fortgesetzten Heizen trocknen die Wä
Wände, Fussboden, Meubles etc. mehr und mehr aus, die Luft in den geheizten
ist gegen Ende des Winters trockener als am Anfang, sie entzieht uns dann ent
mehr Feuchtigkeit, wir bedürfen deswegen einer höheren Temperatur, um uns w
finden, was also nicht etwa von einer eintretenden Gewöhnung an höhere Lufttem
während des Winters herrührt.

Der den Steinkohlen häufig in grösserer Menge beigemengte Schwefelkies setzt
der Kohlen herab. Die entstehenden Verbrennungsprodukte des Schwefels (s
Säure vor allem) greift nicht nur die eisernen Heizapparate (Rost, Dampfkessel et
belästigt auch in hohem Grade die Athemorgane bei dem Aufenthalt in einem mit
Kohlen geheizten Raum. Der unangenehme Geruch bei der Torfheizung rührt v
dem Erhitzen erstehenden ammoniakalischen Dämpfen her, die einem schwanken
gehalt des Torfes entstammen.

Es werden bei der Verbrennung zuerst, ehe die Elemente der Brennmaterialien
Sauerstoff zusammentreten, durch die alleinige Einwirkung der Hitze die Brenn
chemisch zersetzt; ein nicht unbeträchtlicher Theil ihrer Elemente verbindet si
flüchtigen Produkten der sogenannten trockenen Destillation. Erst wenn sich diese
Stoffe entwickelt haben, fallen sie der Verbrennung anheim. Der Process der Ve
hat also als erstes Stadium eine Gasbereitung aus dem Holz (resp. den Kohlen
ganz der Leuchtgasbereitung entspricht; erst dieses brennbare Gas fällt der Verbren
heim, wir sehen daher die Flamme das brennende Holz wenigstens zu Anfang nur
ben. Die Gase bestehen vor allem aus Grubengas C_2H_4 und ölbildendem Gase C
selben Stoffe, die wir in dem Leuchtgase finden. Dabei verdampft das Wasser.
diese Destillation vorüber ist, in welcher sich alles Wasser und der Wasserstoff
Kohlenstoff gebunden entwickelte, bleibt die fast reine, nur noch aschehaltige Kohl
welche nun mit Sauerstoff sich primär zu dem flüchtigen **Kohlenoxydgas**
das die Kohlengluth mit bläulicher Flamme zu Kohlensäure verbrennend umspiel
Sauerstoffzutritt (nach geschlossener Ofenklappe, durch allzugrosse Ueberfüllung
mit Brennmaterial etc.) zur glühenden Kohle gehemmt, so entweicht ein grösserer
gebildeten Kohlenoxydes unverbrannt und kann so Anlass zu der bekannten Verg
Kohlendunst oder Kohlendampf werden.

Das offene Feuer, zu dem ein hörbarer Luftzug stattfindet, hat die Meinung
dass die offenen Feuer die besten Ventilatoren seien. PETTENKOFER hat durch Versu
gewiesen, dass ein solches Feuer im höchsten Falle 90 Kubikfuss Luft in d
zuführt, meist schwankt die Luftmenge zwischen 40 bis 90 Kubikfuss. Da ein M
genügende Ventilation stündlich 60 Kubikfuss Luft bedarf, so genügt die Ofenventil
für ein einziges Individuum.

Beleuchtung. — Eine Gasflamme, welche in einer Stunde $4\frac{1}{2}$ Kubikfuss Gas
bedarf (KNUDSEN) in derselben Zeit einer Zufuhr von 9 Kubikfuss Sauerstoff, also
fuhr von 45 Kubikfuss atmosphärischer Luft. Die Leuchtkraft dieser Gasflamme
der von 24 Talgkerzen (6 Stück aufs Pfund); der Luftkonsum dieser 24 Talgkerzen
pelt so gross als der der Gasflamme.

I. Arbeitsleistung der Knochen, Muskeln und Nerven.

Achtzehntes Kapitel.

Das Skelet und seine Bewegungen.

Die Maschine des menschlichen Körpers.

Wir gingen bei unseren Betrachtungen von dem Gedanken aus, dass der chliche Organismus eine Bewegungs- und Kraftmaschine sei, die sich in Behrer Leistungen z. B. Fortbewegen und Heben von Lasten mit den Bewegungsraftmaschinen unserer Mechanik, vor allem mit den Dampfmaschinen vergleiässt. Ebenso ist es mit den thierischen Organismen. Die Kraftmaschinen der anik sind erfunden zum Ersatz für thierische Leistungen. Die Bezeichnung: dekraft« für die Leistungseinheit der Maschine zeigt dies noch jetzt zur Genüge. Die Arbeitsleistungsfähigkeit der verschiedenen thierischen Maschinen ist lich ungleich. Unter den zur Arbeit verwendeten thierischen Organismen zt das Pferd die höchste Arbeitskraft. Unter einer Pferdekraft versteht die anik das Kraftquantum, welches aufgewendet werden muss, um 750 Kilomen 1 Decimeter hoch in 1 Sekunde zu heben. Nimmt man eine ohne Nachfür des arbeitenden Individuums Gesundheit zu ertragende Thätigkeit an, grösstmöglichsten Leistungen unter den vortheilhaftesten Bedingungen, und Arbeitszeit von acht Stunden, so ergeben sich für die am häufigsten an e von Maschinen zur Arbeit verwendeten animalen Organismen: den Menn, das Pferd, den Ochsen, Maulesel und Esel verschiedene Arbeitsgrössen, he F. Redtenbacher in die folgende Tabelle zusammenstellt. Als Einheit Arbeitsgrösse ist dabei das Kilogrammeter angenommen: diejenige Kraft, he 1 Kilogramm in 1 Sekunde 1 Meter hoch zu heben vermag. In der Tabelle die verschiedenen Bedingungen, unter denen die Arbeitsleistung gewöhnlich gt, neben einander berücksichtigt. In sehr vielen Fällen nämlich sehen die thierische und menschliche Arbeitskraft zur Bewegung von Arbeitschinen: Kurbel, Göppel, Tretrad verwendet, sodass demnach noch eine ertragung der rohen, animalen Arbeitskraft auf die Maschine stattfindet, che jene erst dem bestimmten, angestrebten Zweck dienstbar macht. Die elle lehrt uns, dass den oberflächlichen Anschauungen entgegen, durch die

Die Temperatur eines geheizten Zimmers sollte nich
darf durch die Heizung nicht zu trocken werden, da si
zu viel Wärme entzieht. Mit dem länger fortgesetzte
Wände, Fussboden, Meubles etc. mehr und mehr aus
ist gegen Ende des Winters trockener als am Anfan
mehr Feuchtigkeit, wir bedürfen deswegen einer
finden, was also nicht etwa von einer eintreten
während des Winters herrührt.

Der den Steinkohlen häufig in grösserer M
der Kohlen herab. Die entstehenden V
Säure vor allem) greift nicht nur die eis
belästigt auch in hohem Grade die Ath
Kohlen geheizten Raum. Der unar
dem Erhitzen erstehenden ammo
gehalt des Torfes entstammen.

Es werden bei der Verbre
Sauerstoff zusammentreten
chemisch zersetzt; ein n
flüchtigen Produkten de
Stoffe entwickelt hab
hat also als erstes
ganz der Leucht
heim, wir sehe
ben. Die Gr
selben Stof
diese De
Kohlen
welc
da

	am Tretrad. .	345
Kgr. schwer, arbeitet:	ohne Maschine	210
. . . .	am Göppel . .	1152
Mittel 280 Kgr. schwer, arbeitet:	ohne Maschine	1382
. . . .	am Göppel . .	1123
esel, im Mittel 230 Kg. schwer, arbeitet:	ohne Maschine	1497
. . . .	am Göppel . .	777
im Mittel 168 Kgr. schwer, arbeitet:	ohne Maschine	864
. . . .	am Göppel . .	316

der Weise, in welcher in der vorstehenden Tabelle die Arbeit
zusammengestellt sind, lassen sie sich nicht direkt vergleichen. Die
Organismen sind in ihrem Körpergewicht sehr bedeutend verschi
müssen, um ihre Leistungen auf ein gemeinsames Maass zurückzufü
verschiedene Körpermasse auf ein gleiches Gewicht reduciren, und auf
geleistete Arbeit berechnen. Man wählt zu derartigen Vergleichung
Gewichtseinheit: das Kilogramm; wir berechnen seine Leistungen in
meter für eine Sekunde nach der mitgetheilten Tabelle. Es ergiebt s
folgende Reihe:

1 Kgr.	Mensch	arbeitet in 1 Sekunde ohne Maschine:	0,157 Kgrm.
1 „	Ochs	„ „ 1 „ „ „	0,172 „
1 „	Esel	„ „ 1 „ „ „	0,178 „
1 „	Maulesel	„ „ 1 „ „ „	0,222 „
1 „	Pferd	„ „ 1 „ „ „	0,261 „

Die Reihe macht ersichtlich, dass der Mensch im Verhältnisse zu se
pergewichte die geringste Summe von mechanischer Arbeit zu leiste
Auch wenn wir jene höchste Arbeitsleistung im Tretrade von 24° Anste
rer Vergleichung zu Grunde legen, so wird dadurch dieses Resultat nicht
Die Arbeitsgrösse berechnet sich dann auf: 0,171 Kgrm.

Der Mechanismus der Bewegung und Arbeitsleistung des mensch
thierischen Körpers ist von den Maschinen unserer Mechanik, die zum E

vegung von Lasten gebaut werden, wie z. B. die Lokomotiven,
llkommenheit der Einrichtungen noch durchaus nicht erreicht.
ken, dass einst die Mechanik in Anwendung der am Thiere
der Ortsbewegung vollkommenere Lokomotiven zu bauen
wäre dann dies nicht der erste Fall, in welchem die
n Einrichtungen der Organismen lernte. Es ist be-
htung des menschlichen Auges, dessen lichtbre-
breehenden Substanzen zusammengesetzt ist,
möglich sein, achromatische, das Licht nicht
etzen. DOLLAND löste dieses Problem.
Organismus zerfällt nach unserer obigen
vei getrennte Haupttheile: in ein System
lche die Richtung der Bewegung, die
n Kraftvorrathes bestimmen, und in
die Kraft der Bewegung lebendig
chtungen zur Arbeit nach aussen

... Herstellung der passiv beweg-
...endet, zeigt jene hohe Vollkommenheit, welche
. Die Mechanik verwendet zu dem gleichen Zwecke vor allem
und Holz. Die Natur bedient sich eines Materiales, welches die Vor-
genannten in sich vereinigt: der Knochensubstanz. Sie besitzt
ihre erdigen Bestandtheile die Festigkeit des Steines, die Beimischung von
chem Stoffe ertheilt ihr die Elasticität der Metalle.

Mikroskopischer Bau der Skeletbestandtheile.

s Knochengewebe entsteht im Leibe des Embryo nicht primär, es ist
n Umwandlungsprodukt, welches sich aus den verschiedenen Modifikationen
degewebes bildet. Die rundlichen, ringsgeschlossenen Zellen des Knor-
die zackigen Bindegewebszellen verändern sich dabei zu den Knochen-
rchen, welche in netzförmiger Verbindung die homogene Grundmasse,
enzellenmasse der Knochensubstanz, in welche die erdigen Knochenbe-
theile eingelagert sind, durchziehen. Die Anatomen unterscheiden nach der
keit des Knochengefüges: kompakte und schwammige Knochen.
den ersteren ist das Gewebe eine fest zusammenhängende Masse; bei den
ten umschliessen Balken und Platten von Knochensubstanz zahlreiche, unter
der kommunicirende Hohlräume. Die Mittelstücke der langen Röhrenknochen
n sich aus kompakter Substanz bestehend, die Gelenkenden (Epiphysen)
en aus spongiöser Substanz; ebenso auch die kurzen unregelmässigen Kno-
, welche nur äusserlich von einer Schale aus kompakter Substanz (Glastafel)
ben sind. Das feine Kanalsystem im Knochen, in welches die Knochenzellen
ttet sind, und welches in offener Kommunikation steht mit den den gan-
nochen durchziehenden, vielverzweigten und mit einander verbundenen
en Kanälchen, HAVERS'schen Kanälchen, für die Aufnahme der Blutgefässe
lochens bestimmt, geben den feinen Knochendurchschnitten und Schliffen

Uebertragung der animalen Arbeitskraft vermittelst Maschinen, die Grö Leistungen herabgesetzt wird. Eine nähere Betrachtung lässt dies als lich erscheinen, da die Arbeitsmaschinen zu ihrem eigenen Ingangsetz bestimmte durchaus nicht verschwindende Kraftmenge bedürfen, die sel ständlich in der Gesammtsumme der Arbeitsleistung verschwinden wird bei dem Tretrade mit 24 ⁰ Ansteigung sind die Bedingungen der Uebertrag den Menschen so günstig, dass sogar eine etwas höhere Leistung durch d als ohne Maschine resultirt. Der Mensch arbeitet hier mit seinem Gesammt was sonst niemals stattfindet.

Tabelle der animalen Arbeitsleistung,
Arbeitszeit: 8 Stunden.

		Kilogrammeter in 8 S
1. Mensch, im Mittel 70 Kgr. schwer, arbeitet:	ohne Maschine	316800
,,	am Hebel . .	158400
,,	an der Kurbel	184320
,,	am Göppel . .	207360
,,	am Tretrad. .	241920
,,	24⁰ Ansteigen am Tretrad. .	345600
2. Pferd, im Mittel 280 Kgr. schwer, arbeitet:	ohne Maschine	2192400
,,	am Göppel . .	1152000
3. Ochs, im Mittel 280 Kgr. schwer, arbeitet:	ohne Maschine	1382400
,,	am Göppel . .	1123200
4. Maulesel, im Mittel 230 Kg. schwer, arbeitet:	ohne Maschine	1497600
,,	am Göppel . .	777600
5. Esel, im Mittel 168 Kgr. schwer, arbeitet:	ohne Maschine	864000
,,	am Göppel . .	316800

In der Weise, in welcher in der vorstehenden Tabelle die Arbeitslei zusammengestellt sind, lassen sie sich nicht direkt vergleichen. Die arbe Organismen sind in ihrem Körpergewicht sehr bedeutend verschied müssen, um ihre Leistungen auf ein gemeinsames Maass zurückzuführe verschiedene Körpermasse auf ein gleiches Gewicht reduciren, und auf di geleistete Arbeit berechnen. Man wählt zu derartigen Vergleichungen wichtseinheit: das Kilogramm; wir berechnen seine Leistungen in Ki meter für eine Sekunde nach der mitgetheilten Tabelle. Es ergiebt sich folgende Reihe:

1 Kgr.	Mensch	arbeitet in 1 Sekunde	ohne Maschine:	0,157 Kgrm.
1 ,,	Ochs	,, ,, 1 ,,	,, ,,	0,172 ,,
1 ,,	Esel	,, ,, 1 ,,	,, ,,	0,178 ,,
1 ,,	Maulesel	,, ,, 1 ,,	,, ,,	0,222 ,,
1 ,,	Pferd	,, ,, 1 ,,	,, ,,	0.261 ,,

Die Reihe macht ersichtlich, dass der Mensch im Verhältnisse zu seine pergewichte die geringste Summe von mechanischer Arbeit zu leisten Auch wenn wir jene höchste Arbeitsleistung im Tretrade von 24 ⁰ Ansteige rer Vergleichung zu Grunde legen, so wird dadurch dieses Resultat nicht ge Die Arbeitsgrösse berechnet sich dann auf: 0,171 Kgrm.

Der Mechanismus der Bewegung und Arbeitsleistung des menschlich thierischen Körpers ist von den Maschinen unserer Mechanik, die zum Ersat

n zur Ortsbewegung von Lasten gebaut werden, wie z. B. die Lokomotiven, ziehung auf Vollkommenheit der Einrichtungen noch durchaus nicht erreicht. sse sich wohl denken, dass einst die Mechanik in Anwendung der am Thiere nten Mechanismen der Ortsbewegung vollkommenere Lokomotiven zu bauen ande sein würde. Es wäre dann dies nicht der erste Fall, in welchem die anik an den mechanischen Einrichtungen der Organismen lernte. Es ist be-t, dass in Euler die Betrachtung des menschlichen Auges, dessen lichtbre-der Apparat aus verschieden brechenden Substanzen zusammengesetzt ist, Gedanken erweckte, es müsse möglich sein, achromatische, das Licht nicht reuende Fernröhre zusammenzusetzen. Dolland löste dieses Problem.

Die Maschine des menschlichen Organismus zerfällt nach unserer obigen tellung wie alle Kraftmaschinen in zwei getrennte Hauptheile: in ein System siv bewegter Maschinentheile, welche die Richtung der Bewegung, die und Weise der Uebertragung des rohen Kraftvorrathes bestimmen, und in aktiv bewegenden Theile, in denen die Kraft der Bewegung lebendig l, welche die durch sie bewegten Hebelvorrichtungen zur Arbeit nach aussen wenden.

Schon das Material, welches die Natur zur Herstellung der passiv beweg-Maschinentheile verwendet, zeigt jene hohe Vollkommenheit, welche erwähnt wurde. Die Mechanik verwendet zu dem gleichen Zwecke vor allem ll, Stein und Holz. Die Natur bedient sich eines Materiales, welches die Vor-der genannten in sich vereinigt: der Knochensubstanz. Sie besitzt ch ihre erdigen Bestandtheile die Festigkeit des Steines, die Beimischung von nischem Stoffe ertheilt ihr die Elasticität der Metalle.

Mikroskopischer Bau der Skeletbestandtheile.

Das Knochengewebe entsteht im Leibe des Embryo nicht primär, es ist s ein Umwandlungsprodukt, welches sich aus den verschiedenen Modifikationen Bindegewebes bildet. Die rundlichen, ringsgeschlossenen Zellen des Knor-, die zackigen Bindegewebszellen verändern sich dabei zu den Knochen-perchen, welche in netzförmiger Verbindung die homogene Grundmasse, chenzellenmasse der Knochensubstanz, in welche die erdigen Knochenbe-dtheile eingelagert sind, durchziehen. Die Anatomen unterscheiden nach der igkeit des Knochengefüges: kompakte und schwammige Knochen. den ersteren ist das Gewebe eine fest zusammenhängende Masse; bei den iten umschliessen Balken und Platten von Knochensubstanz zahlreiche, unter nder kommunicirende Hohlräume. Die Mittelstücke der langen Röhrenknochen gen sich aus kompakter Substanz bestehend, die Gelenkenden (Epiphysen) egen aus spongiöser Substanz; ebenso auch die kurzen unregelmässigen Kno-n, welche nur äusserlich von einer Schale aus kompakter Substanz (Glastafel) geben sind. Das feine Kanalsystem im Knochen, in welches die Knochenzellen gebettet sind, und welches in offener Kommunikation steht mit den den gan-n Knochen durchziehenden, vielverzweigten und mit einander verbundenen iteren Kanälchen, Havers'schen Kanälchen, für die Aufnahme der Blutgefässe s Knochens bestimmt, geben den feinen Knochendurchschnitten und Schliffen

ihr specifisches Aussehen. Die Gestalt und den Verlauf der Havers'sche
chen kann man am besten auf Längsschliffen der Knochensubstanz be
Sie durchsetzen den ganzen Knochen von der Oberfläche desselben a
Periost an, wo sie offen münden, bis zur inneren Markhöhle. Sie sind w
enger, und ihre Verzweigungen entsprechen den Blutgefässtheilungen, w
auch sonst in anderen Geweben antreffen (Fig. 159). Auf dem Quers



Senkrechter Schnitt durch eine menschliche Phalange. Bei *a* und *b* zwei Markkanäle mit den Aesten *c* und *d*; bei *e* die Ausmündung der Kalkkanälchen in Form von Pünktchen; bei *f* die Knochenzellen.

Segment eines Querschliffes v
lichen Metacarpus mit k
tinöl behandelt, 90 mal ver
Oberfläche des Knochens m
Grundlamellen. *b*. Innere
die Markhöhle mit den inne
Havers'sche Kanälchen im
ihren Lamellensystemen. *d*.
mellen. *e*. Knochenhöhlen u

Knochens erscheinen sie als ovale oder runde Löcher, zum Beweise, d
laufsrichtung der Gefässe im Knochen vor allem der Längsaxe derselb
den kurzen und spongiösen Knochen ist der Verlauf der Havers'sche
nicht so regelmässig, doch halten sie auch meist vorwiegend eine ge
liche Richtung in ihrem Verlaufe ein.

Das Knochengewebe zwischen den Havers'schen Gängen besitzt, wie sich [...]tlich auf Querschliffen zeigt, einen deutlich geschichteten Bau (Fig. 160). [...]heil dieser Schichten umkreist regelmässig die Havers'schen Kanälchen, ein [...]es Lamellensystem beginnt von der grossen Markhöhle und durchsetzt in [...]trischen Schichten die ganze Knochendicke, vielfältig von den Lamellen[...]ten der Havers'schen Kanälchen unterbrochen, um unter dem Periost in ganz [...]ässiger Schichtung (Beinhautlamelle) zu erscheinen. Diese Schichtungen [...]n nur bei den kompakten Knochen deutlich und regelmässig sein können. [...]nochensubstanz selbst ist ziemlich undurchsichtig, nach Valentin's Angabe [...]t-lichtbrechend. Von der Beinhaut aus senken sich senkrecht auf die [...]enlamellen meist noch unverkalkte Fasern in die Knochensubstanz ein: [...]y'sche Fasern.

[...]ie Knochenzellen, welche in sehr grosser Anzahl in der Knochensub[...]sich vorfinden, liegen eingebettet in jenes schon erwähnte feine, vielver[...]e Kanälnetz, dessen feine Gänge den Namen Kalkkanälchen führen. [...] Stellen, wo die Knochenzellen eingebettet liegen, sind in dem feinen Kalk[...]hennetz linsenförmig gestaltete Knotenpunkte: die Knochenhöhlen [...]—0,025''' lang und 0,003—0,006''' breit). Ihre Längenaxe läuft der [...]fläche der Lamellen parallel. Die Ausläufer der Knochenhöhlen haben nur [...]Durchmesser von 0,0006—0,0008'''. An getrockneten Knochen kann man [...]sammenhang der Knochenhöhlen unter sich und mit den Havers'schen Ka[...]n am leichtesten überblicken. In den Knochenhöhlen, deren Wandschichte [...]kompakter zu sein scheint als die übrige Knochensubstanz, liegt die eigent[...]Knochenzelle. Frey beschreibt sie von der Gestalt der Knochenhöhle, unbe[...] länglich, bisweilen mit kurzen, gegen die Mündung der Kalkkanälchen ge[...]en Fortsätzen, ohne eigentliche Zellenmembran mit einem länglichen Kerne [...]161).

[...]usserlich ist der Knochen von einer bindegewebigen Haut, dem Perioste, [...]einhaut, eingehüllt, welche sehr gefässreich, und mit dem Knochen vor [...]durch die gemeinschaftlichen Blutgefässe, Nerven und seh[...]Streifen (Sharpey'schen Fasern) verbunden ist. Zwischen [...]nhaut und dem Knochen findet sich (Ollier) eine Schichte, [...]e dicht stehende, rundliche Zellen enthält, von welcher das [...]enwachsthum so wie Knochenneubildung ausgeht: (Blastème [...]périostale).



Fig. 161.

Knochenzelle aus dem frischen Siebbein der Maus mit Karmin tingirt.

[...]Die weiteren Höhlungen zwischen der festen Knochensub[...] sind abgesehen von den Blutgefässen und Nerven von dem [...]chenmarke ausgefüllt (cf. S. 375).

[...]Die Bänder, welche die Knochen unter einander verbin[...] sind entweder weiss und glänzend und bestehen dann vor [...] aus lockigem Bindegewebe mit elastischen Fasern durch[...], oder sie haben ein strohgelbes Aussehen und sind dann vor allem aus ela[...]hem Gewebe zusammengesetzt (Ligamenta flava, z. B. das L. nuchae), letz[...]zeigen nur eine geringe Beimischung von Bindegewebe. Kommt die Verbin[...] der Knochen durch Knorpel zu Stande, so dient dazu entweder ächter, [...]iner Knorpel (Rippenknorpel, Gelenkknorpel) oder Faserknorpel (Synchon[...]en, Ligamenta intervertebralia). Bei fast allen Gelenken sind die Knochenenden

mit Hyalinknorpel überzogen, nur das Kiefergelenk zeigt einen faserknorp Ueberzug. Der Knorpel ist gefässlos. Die Synovialkapseln, welche d lenkenden mit einander verbinden, bestehen aus Bindegewebe, das zahl Gefässe und Nerven besitzt, die innere Oberfläche ist mit einem Platten ausgekleidet, welches bei Erwachsenen an dem Rande der Gelenkknorpel a In die Gelenkhöhlen ragen als Fortsätze Falten und Wucherungen der vialkapsel, durchzogen mit zahlreichen Blutgefässchen. Dergleichen A können durch Vergrösserung und Abreissen von ihrem Stiele Anlass zur B der freien, bindegewebigen Knorpel in den Gelenken, der sogenannten Ge mäuse, werden. Die Gelenkhöhle ist mit einer hellen, dicklichen, blass Flüssigkeit erfüllt, die normal keine Formbestandtheile erkennen lässt.

Die Entwickelung des Knochens findet wie gesagt im Fötalzustande theils aus Bindeg theils aus Knorpel statt. Die Wirbelsäule, Rippen, Brustbein, Schlüsselbein, Extre knochen, die Knochen der Schädelbasis sind knorpelig vorgebildet, die Schuppe d terhauptbeins, die Scheitelbeine, das Stirnbein, die Schuppen der Schläfenbe Schaltknochen der Schädelnähte, die Gesichtsknochen, entstehen aus einer bindeg Grundlage, durch die sogenannte »intermembranöse Knochenbildung«. Die Ossifik folgt, indem sich zuerst in die Intercellularsubstanz die den Knochen di sirenden Kalksalze ablagern. Die Stelle, an welcher die Umbildung zuerst erfolgt, be man als Ossifikationscentrum, Verknöcherungspunkt. Das Knochen geht in allen Fällen aus einer wesentlich gleichen Neubildung osteogener Substan In den Ossifikationspunkten des Knorpels entstehen zunächst Erweichungen, Mark mit einer weichen Zellenmasse angefüllte Kanäle, in welche Blutgefässe hineintre Knochengewebe entsteht nur dort, wo zuerst sich Mark gebildet hatte, und zwa Grenze des letzteren und des nicht aufgelösten, verkalkten Knorpels. Die Knoche bildung geht von einer »epithelartig« die Markräume umlagernden Zellenschicht plasten (Gegenbaur) aus, welche nach der einen Annahme (Gegenbaur) ein erhärtende aus sich ausscheiden, welches zur Grundsubstanz wird. Die Zellen selbst zeigen schon herein feine Ausläufer und wandeln sich in die Knochenzellen um. Nach Waldeyer dagegen die Osteoplasten selbst schichtweise, während sich vom Mark aus neue b die Grundsubstanz des Knochens umgewandelt. Bei einzelnen soll diese Umwandl Verschmelzung nur die Aussenschichte treffen, der innere Theil mit dem Kern eine in eine strahlige Höhle eingeschlossene Knochenzelle zurück. Die grösseren Ma entstehen durch Auflösung (Resorption) schon fertiger Knochensubstanz. Aus der w lichen Knorpelanlage geht die Substantia spongiosa hervor. Die Entwickelung d pakten Knochensubstanz erfolgt durch Verknöcherung von Bindegewebe; bei dem thum der Knochen verknöchert die innerste Periostlage im Wesentlichen nach dem benen Typus. Die Verlängerung der Röhrenknochen scheint vor allem auf Wuche Knorpels der Epiphysen zu beruhen, der neugebildete Knorpel verknöchert in d

Chemische und physikalische Lebenseigenschaften der Skeletbestandth

Die **Knochensubstanz** besteht aus einem elastischen, von Wasser durcht leimgebenden Grundgewebe, chemisch aus leimgebender Substanz besteh diese sind Kalksalze: überwiegend viel dreibasisch phosphorsauerer K wenig kohlensauerem Kalke und phosphorsauerer Magnesia inkrustirt, dem Gewebe einen hohen Grad von Steifigkeit und Festigkeit verleihen. klar, dass die physikalischen Eigenschaften: die Festigkeit und Federkr Knochenmasse wechseln muss mit ihrer chemischen Zusammensetzung

euen, sehr umfangreichen Untersuchungen ZALESKY's scheint die ältere Be-tung erwiesen, dass die Knochensubstanz eine konstante chemische Verbin- von unorganischen Stoffen bei allen Thieren, in allen Lebensaltern etc. sei. rganischen Stoffe betragen (beim Menschen):

34,6 pCt.

die unorganischen: 65,4 „

re bestehen aus:

$P_2 O_8 Mg_3$ 1,0392

$P_2 O_8 Ca_3$ 83,8886

an CO_2, Cl, Fl gebunden: 7,6475, daneben noch Spuren von Eisenoxyd. Vergleichende chemische Untersuchungen haben ergeben (BIBRA, LEHMANN), der Gehalt der Knochenmasse an erdigen, feuerfesten Bestandtheilen in den namigen Knochen im Alter verschiedener Individuen entsprechend der ver-denen Arbeitsfähigkeit bis zum kräftigen Mannesalter steigt, um von da an er zu fallen. So betrugen z. B. bei einem Kinde von $^3/_4$ Jahren die erdigen henbestandtheile des Femur 56,4 pCt., bei einem 25 jährigen Manne 69,0 pCt. inem 78 jährigen Weibe: 66,8 pCt. Die untersuchte Knochenmasse war ge-net, der Rest bestand also allein aus trockener leimgebender Substanz. Nach Untersuchungen von WERTHHEIM nimmt in Uebereinstimmung mit diesen Er-issen der chemischen Analyse die Festigkeit der Knochen mit dem zu-enden Alter ab.

Den einzelnen Knochen, welche das mechanische Gerüste des menschlichen ers zusammensetzen, werden in dem Haushalte des Organismus verschieden e Kraftleistungen zugemuthet, welche einen verschiedenen Grad von Festig-voraussetzen. Die Rippen und das Brustbein sind offenbar viel geringerem ke ausgesetzt und bedürfen, um den ihnen übertragenen mechanischen Lei-gen zu genügen, einer geringeren Festigkeit als der Oberarm- oder Ober-kelknochen, die so vielfältig als starre Hebel verwendet werden. Diesen hiedenheiten in den Anforderungen von Seite des Organismus an die Festig-der einzelnen Knochen entspricht ein verschiedener Gehalt an Knochenerde, leren Anwesenheit die genannte Eigenschaft der Knochen beruht. Nach den rsuchungen von BIBRA enthält das Oberarmbein 60 pCt., das Brustbein 51 pCt. henerde. Die übrigen Knochen ordnen sich dazu in folgender Reihe: Hume-Femur, Tibia, Fibula, Ulna, Radius, Metacarpus, Os occipitis, Clavicula, ula, Costa, Os ilium, Vertebrae, Sternum.

Ausser der chemischen Zusammensetzung muss auf die physikalischen nschaften der Knochen offenbar auch noch ihr verschiedener Bau von uss sein. Je nach der Anzahl und Grösse der vorhandenen Markkanälchen Knochenhöhlen wird die Festigkeit und Federkraft ab- und zunehmen. Wir nen auch hier den Zwecken, zu welchen der Organismus die einzelnen Kno-gebraucht, entsprechende Verhältnisse. Ueberall sehen wir von der Natur Eigenschaften des verwendeten Materiales dem Einzelzwecke vollkommen an-sst. —

Auch die Knochen zeigen Stoffwechsel. Wir sehen das Leben über-it einem Wechsel, mit Oxydationen der chemischen Bestandtheile der belebten nismen und ihrer Organe verbunden. Man könnte auf den Gedanken verfallen, diese starren, steinähnlichen Massen, die Knochen dem chemischen Wechsel-

verkehr des Lebens entzogen seien. Bis zu einem gewissen Grade ist di nahme wirklich gerechtfertigt. Jene anorganischen Stoffe des Knochens, mehr als die Hälfte seiner gesammten trockenen Masse ausmachen, sind all oxydirte Verbindungen, eine Aufnahme von Sauerstoff in ihre Zusamme und damit ein Antheilnehmen desselben an den Kräfte erzeugenden or Vorgängen findet nicht mehr statt, die betreffenden Kalkverbindungen einen anorganischen Charakter, sie stehen wenigstens direkt ausserha übrigen Organismus beständig vor sich gehenden Stoffumänderungen.

In der organischen Grundsubstanz der Knochen, beweist der den mit einander kommunicirenden Zellen, den Knochenkörperchen, wel Kalkkanälchen der Zwischenmaterie sich eingelagert finden, sowie die r Blutgefässe, die sie durchziehen, und die in sie eintretenden Nerven e hältnissmässig regen Stoffverkehr und Stoffwechsel.

Pathologische und experimentell-physiologische Erfahrungen bewei die Lebenserscheinungen im Knochen sogar ziemlich lebhafter Natur sind. chenbrüchen findet eine Neubildung der Knochensubstanz vom Periost welcher Vorgang schliesslich die Wiedervereinigung der getrennten Knoc die Heilung der Fraktur herbeiführt. Fütterungsversuche mit dem rotl stoffe des Krapp, durch welchen die Knochen roth gefärbt werden, sche zu sprechen, dass beständig ein Neuwachsthum der Knochensub Periost aus stattfindet, während die an die Markhöhle grenzenden Knoch aufgelöst werden.

Auch der anorganische Theil der Knochen wird wenigstens insof Lebensvorgänge hineingezogen, als auch er einem beständigen Verbrauch, lösung und einer eben so beständigen Erneuerung unterliegt. Bei Mange salzen in der Nahrung sehen wir die Knochen nach und nach erweiche kehrt wird die Knochenbildung bei knochenschwachen Kindern und bei brüchen nach ärztlichen Erfahrungen durch Kalkzusatz zur Nahrung Die Möglichkeit der Lösung und des Wiederersatzes der phosphorsauren wird durch die Albuminate und zwar vorzüglich das Caseïn gegeben buminate machen diesen wichtigen chemischen Stoff dadurch, dass sie ihm verbinden, in den alkalischen Säften: Blut und Lymphe löslich.

Zur Bildung der glatten Oberflächen der Gelenkenden, zur Verbi einzelnen Skeletstücke unter einander, findet sich ein von der Knoche wesentlich verschiedenes Gewebe: das **Knorpelgewebe** verwendet, we durch besondere Biegsamkeit und Zähigkeit auszeichnet. Es enthält nu ringe Menge anorganischer Bestandtheile, etwa 2—7 pCt. (Bibra). Se Masse besteht aus chondringebender Substanz, die ziemlich viel Wa schen 30 und 46 pCt., enthält. Das Chondrin unterscheidet sich Glutin dadurch, dass ersteres durch Essigsäure fällbar ist, letzteres n

Die Lebenserscheinungen innerhalb des Knorpels scheinen nur ausse Die weit von einander liegenden, abgeschlossenen, durch Zwischenm trennten Knorpelzellen, der Mangel an Blutgefässen, erklärt dies zu Niemals heilt eine Knorpelwunde durch neugebildete Knorpelsubstanz, sich nur eine bindegewebige Narbe. Es ist dies auffallend, da der den Formbestandtheilen gehört, welche in pathologischen Neubildungen können.

Der Zusammenhalt der einzelnen Skeletstücke wird durch einen eigenen pparat vermittelt, welcher die zusammengehörigen Knochenenden, die Ge- mit häutigen, dicht anliegenden Kapseln umschliesst, deren Festigkeit noch eigene, seitlich oder im Inneren der Gelenke befindliche Bänder verstärkt Zur Herstellung dieses Verbindungsapparates findet sich das elastische be und das lockige Bindegewebe benützt, welches sich dazu durch grosse Festigkeit besonders eignet, die mit einer grossen Dehnbarkeit bei nie- mit einer grossen Steifigkeit bei höheren Spannungsgraden verbunden ist. Bindewebe der Träger der Blutgefässe ist, so vermittelt es überall den Zu- er ernährenden Gefässe zu den umschlossenen Gebilden. Wo besondere keit mit Elasticität gepaart nothwendig wird, geht es jenen Härtungsprocess Grundsubstanz ein, der zur Bildung der elastischen Membranen und Bän- hrt.

us diesen Geweben: dem Knochen-, Knorpel- und lockigem Binde- be mit elastischen Elementen ist der passiv bewegte Theil der hine des menschlichen Körpers zusammengesetzt.

Die Gelenke.

Ein Theil des Skeletes ist durch mehr oder weniger unbeweglich mit ein- verbundene Knochen gebildet, so dass wir ihn für unsere Betrachtungen t ansehen dürfen: die Knochen des Rumpfes. An diesen sind die eigent- ur Bewegung dienenden Knochen der Extremitäten beweglich eingelenkt. nteressirt hier vor allem die Verbindungsweise der Extremitätenknochen sich und mit dem Rumpfe, da wir vorzüglich die Bewegungsmöglichkeit ge zu fassen haben.

ie Verbindungen der Bewegungsapparate sind im Allgemeinen nach sehr hem Principe konstruirt. Zwei Knochen stossen mit freien Endflächen an ler; um die Berührungsflächen zieht sich eine häutige Kapsel, die mit dem Ende an dem einen, mit dem anderen an dem zweiten der beweglich mit ler verbundenen Knochen und zwar am Rande ihrer Berührungsflächen an- et ist. So entsteht an den Berührungsflächen eine vollständig geschlossene die Gelenkkapsel. Die Wände dieser Höhle sind vollkommen glatt, ebenso t einem Knorpelüberzuge versehenen Gelenkenden, sie werden durch eine s-, fett- und mucinhaltige Flüssigkeit mit vielen zerfallenden Zellen und 95 pCt. Wasser: die Gelenkschmiere schlüpfrig erhalten.

er Ausdruck Höhle für das Innere der Gelenkkapsel ist im strengen Wort- lsch, insofern diese vollkommen von ihrem Inhalte ausgefüllt ist. Die , etwa zwischen den Gelenkenden entstehenden Lücken werden stets die Gelenkflüssigkeit ausgefüllt. Da gleichzeitig bei allen Gelenken ein mener Luftabschluss existirt, so werden durch den Luftdruck schon die Gelenkenden und die Gelenkkapsel fest an einander angedrückt, sodass ter normalen Bedingungen, solange die Gelenkkapsel nicht zerrissen ist, on einander weichen können. Allen Bewegungen der Knochenenden an er folgt die Gelenkflüssigkeit und die Membran der Gelenkkapsel, sodass s ein hohler, leerer Raum in der Gelenkhöhle entstehen kann. Diese Ver- gsweise ist äusserst zweckentsprechend, indem sie den Zusammenhalt der

Gelenkenden der Knochen ohne Aufwand von mechanischer Kraft möglich
Die Wirkung des Luftdruckes, der dem Entstehen eines leeren Raumes in den
lenkkapseln entgegen wirkt, ist so bedeutend, dass sie nicht nur der Schwe
eingelenkten Glieder das Gleichgewicht hält, sondern dass sie noch überdi
Knochen mit einer gewissen Kraft an einander drückt. Wir verdanken
Kenntniss der Luftdruckwirkung in den Gelenken den Untersuchungen de
brüder Eduard und Wilhelm Weber. So wird z. B. der Gelenkkopf des
schenkels mit ziemlicher Kraft in der Pfanne festgehalten; sobald man aber d
lenkpfanne vom Becken aus anbohrt und damit der Luft freien Zutritt ge
so sinkt der Gelenkkopf aus der Pfanne heraus. Durch die Einrichtung, d
Wirkung des Luftdruckes ziemlich genau durch das Gewicht des an dem G
hängenden Gliedes äquilibrirt ist, können sich die Gelenkflächen fast ohne R
an einander bewegen, das Bein kann in seiner Gelenkpfanne vollkommene P
schwingungen ausführen. Unter diesen Bedingungen ist es nothwendig fü
giebigere Bewegungen, dass die eine Gelenkfläche genau der Abdruck der a
sei; bei den Bewegungen schleifen oder gleiten diese an einander hin.

Alle im menschlichen Körper sich findenden Gelenke, welche eine grössere Bew
keit zeigen, sind durch das Zusammenstossen sogenannter Rotationsflächen, oder v
Stücke von solchen, gebildet, die man sich entstanden denken kann durch Um
einer beliebigen Kurve um eine mit ihr fest verbundene gerade Linie. So entsteht z
Cylinder, dessen Schema sich bei den Gelenken verwendet findet, bei den soge
Scharniergelenken, dadurch, dass sich eine gerade Linie um eine mit ihr
in derselben Ebene gelegene Linie dreht. Die Abgussfläche des Cylinders, in die er
Bildung der Gelenke hineingesenkt ist, kann natürlich auf dieselbe Weise gleichzei
standen gedacht werden, wenn wir uns vorstellen, dass die gedrehte Linie den Cyl
einer weichen Masse herausschneidet, wobei zugleich der Cylinder und sein Abguss
gebracht wird. Aus diesem Bilde wird am leichtesten durch unmittelbare Anschauu
wie bei zusammenstossenden Rotationsflächen z. B. in den Gelenken nur solche Bew
vorkommen können, die in einer Drehung um die Axe der Rotationsfläche bestehen
eine Entfernung der an einander schleifenden Flächen nicht möglich ist.

Danach wären die Bewegungen in den Gelenken sehr beschränkt, je nach der F
zusammenstossenden Gelenkflächen; die Natur ertheilt ihren Gelenken dadurch eine
und mannichfaltigere Beweglichkeit als die Mechanik, dass sie bei allen ihren mecha
Einrichtungen sich nicht an geometrische Strenge der Ausführung bindet. Ein Sch
gelenk, das nur Bewegung in einer Richtung zulassen sollte, konnte sonach auch in
Richtungen eine wenn auch beschränkte Beweglichkeit erhalten. Es entstehen so d
mischten Gelenke der Anatomie.

Am freiesten ist die Beweglichkeit derjenigen Gelenke, bei denen die zusammenst
Flächen Abschnitte ein und derselben Kugel sind: der Kugelgelenke; der eine K
besitzt eine konvexe, der andere eine konkave Gelenkfläche, welche genau auf einande
wie bei dem Hüftgelenke, dem Schultergelenke. Diese Gelenke zeigen im Gegensatz
anderen Gelenken, welche nur eine Bewegung nach bestimmter Richtung gestatten,
seitige Beweglichkeit. Vor allen sonstigen Rotationsflächen ist nämlich die Kugel, —
entstanden indem sich ein Halbkreis um seine Axe, diese als feststehende Linie gedacht
—, dadurch ausgezeichnet, dass sie mit ihrem als festgestellt gedachten Abguss (der
pfanne) in allseitiger Berührung bleibt, nicht nur bei der Drehung um eine bestim
sondern bei der Drehung um jede beliebige Linie als Axe, welche durch den Mittelpu
Kugel geht. Jede Axe der Kugel kann als Drehungsaxe verwendet werden. Bei d
wegungen solcher konkaver und konvexer Kugelflächen an einander bleibt nur der
punkt der Kugel unbeweglich, bei den Bewegungen des Cylinders in einem Cyl

es eine Linie, die Cylinderaxe, welche als ruhend bei dem Aneinanderschleifen rden muss. Die Gelenke mit Kugelflächen können sonach alle Bewegungen aus- denen der Mittelpunkt der Kugelflächen unbewegt bleibt.

Der Bau der Extremitätengerüste.

verbundenen Knochen stellen alle Hebel dar, durch deren Bewegung in Richtungen Lasten gehoben, gestützt oder geschoben etc. werden können. eren und unteren Extremitäten zeigen in ihrem Baue eine unverkenn- gie. Doch finden sich Modifikationen, welche ihren verschiedenartigen tsprechen. Während die Beine als feste Tragsäulen des Rumpfes oder zur ng desselben dienen sollen, haben die Arme die Aufgabe des Ergreifens, Abwehrens äusserer Objekte von dem Gesammtkörper. Wir werden e Beine in ihrer Struktur fester, in ihren Bewegungen stabiler erwar- ıls die Arme, die eine geringere Festigkeit, dagegen eine grössere Be- für ihre mannichfaltigen Verrichtungen verlangen.

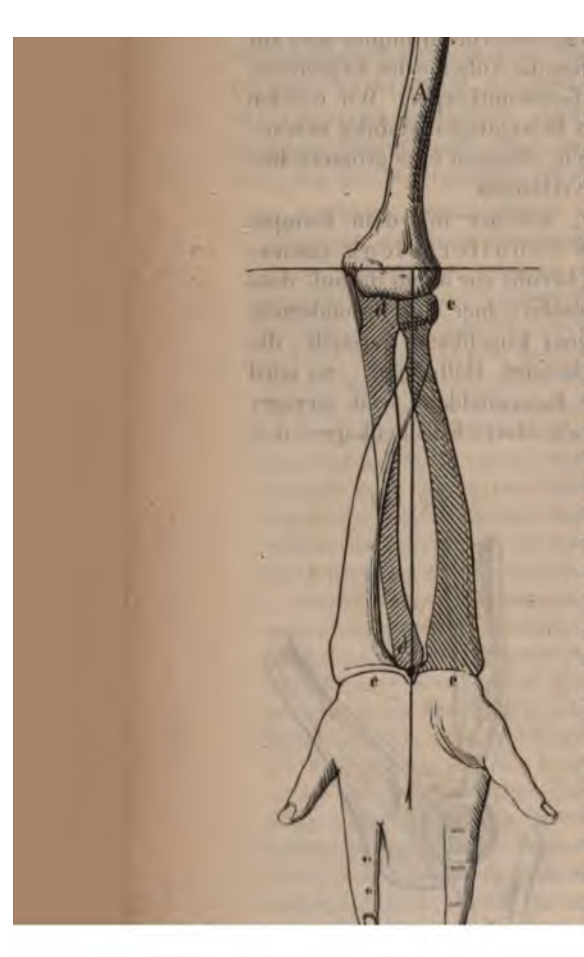
rmgerüste ist ein gegliederter Stab, welcher mit dem Rumpfe freieste Gelenk des ganzen Körpers, das Schultergelenk zusam- Die Beweglichkeit des Schultergelenkes beruht vor allem darauf, dass ıanntes Kugelgelenk ist, das aber insofern hier eine Besonderheit r Gelenkkopf zwar den grössten Theil einer Kugelfläche darstellt, die nur ein sehr kleines Stück der entsprechenden Halbkugel. So wird den knöchernen Theil des Gelenkes die Beweglichkeit weit weniger als es der Fall wäre, wenn die Pfanne als starre Knochenkapsel den eil des Gelenkkopfes, wie bei den Nuss- r Mechanik, umgreifen würde. Das des Armes in seinem Schultergelenke tdrucke mit Hülfe der umschliessenden Kapsel übertragen. Es kann also eine s Armes in diesem Gelenke nach allen um den Mittelpunkt der Kugelgelenk- inden.

iden Hauptabschnitte des Stabes — Unterarm — sind durch ein Schar- k mit einander verbunden, welches eine e Beugung der beiden Abschnitte, die ber nicht weiter gestattet, als bis Ober- terarm eine gerade Linie mit einander 162). Die Rückwärtsbewegung über Linie hinaus ist durch eine Hemmungs- einen Sperrhaken: das Olekranon un- ıacht. Es wird durch diese Einrichtung der ausgestreckten Lage zu einem n Stab, an dessen vorderem Ende eine kann, ohne ihn zu biegen; der ganze sonach unter diesen Umständen als ein tarrer Hebel benützt werden.

Fig. 162.



Schema des Ellenbogengelenkes in grösster Beugung und Streckung.



gegliederter Mechanismus, dessen b
lenkverbindung Beugung und Streck
tion und Abduktion gestattet. Da s
gungsmöglichkeiten, die sich bei
Gelenkverbindungen finden, vom S
an bis zum Handgelenke summiret
Hand selbstverständlich die ausgede
gungsmöglichkeit. Die Zahl der
deren die Hand fähig ist, beruht auf
faltigkeit ihrer möglichen Bewegung
und ihrer einzelnen Theile. Der Ba
im Wesentlichen ungemein einfach.
aus fünf an ihren Enden verbunden
ten Stäbchen, welche auf einem m
bauten Knochenstücke, der Handw
Reihe neben einander befestigt sind.
Stäbchen besteht zunächst aus einen
dem Mittelhandknochen, von denen
unbeweglich mit einander verbund
somit ein tellerartiges Organ: den H
stellen. Der Mittelhandknochen des
dagegen eine grosse Beweglichkeit,
vereinigt mit der ebenfalls vorhand
Beweglichkeit des Mittelhandknoche
Fingers, die Möglichkeit der Zusamm
Handtellers zu einer rinnenartigen
ruht. Auf den unteren Enden der
chen sitzen die Knochen der Finger
auf. In den Gelenken der Finger– u

lfachheit der Bewegungsmöglichkeiten und wirklich ausgeführten Be-
es Armes und der Hand hat bisher eine vollkommen genaue mecha-
yse derselben noch vereitelt. So mag diese Skizze genügen, um ein
chanischen Verhältnisse, die sich hier ergeben, zu entwerfen.
nktionen der unteren Extremitäten sind weit einfacherer Art
Arme. Sie beschränken sich auf die Unterstützung des Rumpfes bei
und die Fortbewegung desselben bei den verschiedenen Arten des
war möglich, diese Verrichtungen vollkommen auf ihre mechanischen
gungen zurückzuführen. Das entscheidende Verdienst in dieser Rich-
rt den Gebrüdern Weber, deren Arbeiten als Grundlage für alle me-
Erläuterungen der Bewegungen des animalen Gesammtkörpers dienen

licken wir auch hier vorerst den Bau der Bewegungsglieder, so sehen
muthung, dass sie im Verhältnisse zu den Armen eine grössere Festig-
Gerüstes besitzen würden, vollkommen bestätigt. Nicht nur sind die
s Skelet der Beine bildenden Knochen massiver und stärker, auch ihre
ndungen zeigen eine grössere Festigkeit auf Kosten ihrer Beweglichkeit.
eiheit der Bewegungen der Arme ist schon dadurch eine bedeutende,
rch ein System beweglich unter einander und mit dem Rumpfe ver-
Knochenstücke: Schulterblatt und Schlüsselbein mit dem starren
bunden sind. Die Beine artikuliren an dem fast unbeweglich verbun-
henring des Beckens, in dessen hinteren Umfang die Wirbelsäule fest
t ist. Das Becken bildet die starre Ba-
pfes, mit welcher letzterer auf seinen
ruht.

ine sind wie die Arme mehrfach gebro-
. Die Art der Gelenkverbindungen zeigt
ne unverkennbare Aehnlichkeit.
elenk zwischen Oberschenkelknochen
, das Hüftgelenk, ist wie das Schulter-
Kugelgelenk und zwar ein wirkliches
das, wie schon angegeben, durch das
n des Pfannenrandes über den grössten
Gelenkkopfes, die Beweglichkeit zwar
glich macht, sie aber doch nach allen
ziemlich beschränkt (Fig. 164). Auch
eigentliche knöcherne Hohlfläche des
in weit geringeres Stück einer Kugel-
ie Gelenkfläche des Oberschenkelkopfes.
Pfannenrande aufgesetzter Knorpelring
st den Gelenkkopf in grösserer Ausdeh-
Bewegungen werden in dem Hüftgelenke
gehemmt durch eine sehnige Kapsel,
jeder Bewegung gespannt und gedreht
vordere Wand wird durch das unge-
Ligamentum ileo-femorale verstärkt, welches eine Rückwärtsbiegung
s bei feststehenden Beinen durch seine Anspannung verhindert.

Fig. 164.

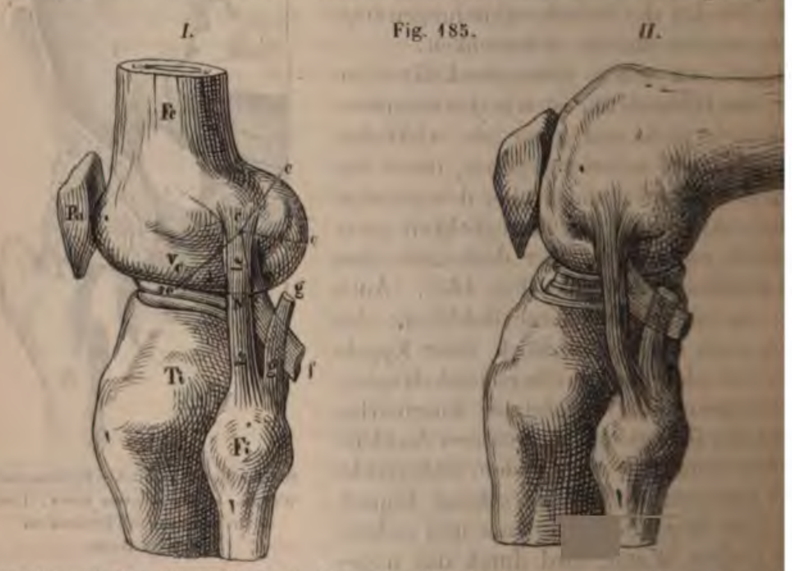


Hälfte eines menschlichen Beckens nach Weber. *a* Ligamentum teres, Linie *c* Drehungsaxe des Beckens im Schenkelkopf.

Das Kniegelenk entspricht wie das Hüftgelenk dem geforderte vollkommen. Es gestattet durch seine eigenthümliche Einrichtung, d Schraubengelenk oder Spiralgelenk bezeichnen kann, eine Beugung in Ausdehnung, die Streckung jedoch nur bis zur geraden Linie mit d schenkelbeine, ohne dass wir hier eine ähnliche Hemmungsvorrichtu Olekranon am Ellenbogengelenk antreffen. Während der Streckung is gung in dem Kniegelenk auszuführen. Bei gebogenem Knie kann der U kel auch nach auswärts und vorwärts gedreht werden. Bei höchster macht der Unterschenkel gleichfalls eine leichte Drehung nach aussen, dem Abwickeln des Gelenkschraubenganges beruht. Die Drehung des U kels an dem Oberschenkel bei gebogenem Gelenk erfolgt durch eine D äusseren Kondylus um den inneren.

Die Beschränkung der Beweglichkeit im Knie beruht auf der A von Gelenkbändern, die nach bestimmten Richtungen, je nach den des Beines, hemmend wirken. Bei gestrecktem Knie sind es die stark bänder, bei gebogenem die Kreuzbänder, welche dem Gelenk seine geben und die Bewegungen theilweise beschränken. Die beiden Se spannen sich bei der Streckung des Knies an und erschlaffen bei de Der Grund dafür liegt darin, dass in der gestreckten Stellung der A Knochens von der Berührungsfläche bis zum Ansatzpunkte des Band ist als in der Beugung des Gelenks. Die Gelenkfläche des Kondylus von vorn nach hinten nicht sphärisch, sondern mit zunehmendem Halb krümmt, sodass dadurch bei einer übermässigen Streckung die Ansatz Bandes sich von einander entfernen müssen (Fig. 165). So wird Spannung der Seitenbänder eine weitere Streckung, wie eine Dr Unterschenkels vermieden. Die Kreuzbänder haben die Aufgabe,

Fig. 185.



f. Sehne des Musculus popliteus. *le.* Ligamentum laterale externum. *e c, e c IV, e c V* die Halbmesser des Kondylus. *gg* ein eigenthümliches Band, das von der Fibula zur Kapsel in der geht, und die Sehne *f* des Musculus popliteus in einer bestimmten Lage erhält.

gelenkfläche bei allen Graden der Beugung auf der Tibialgelenkfläche lten.

Fuss bildet eine breite, feste Unterstützungsfläche, auf welcher der tkörper mittelst seiner Beine schliesslich ruht. Er zeigt trotz seiner t eine ziemliche Beweglichkeit, der bei dem Gehen eine nicht unbedeu-olle übertragen ist. Die beiden Gelenke zwischen Unterschenkel und d zwischen Talus und Fuss erlauben ihm Streckung und Beugung, sowie on und Adduktion, Supination und Pronation, ohne dass diese verschie-ewegungsmöglichkeiten störend auf die Festigkeit des Ganzen einwirkten, onders dadurch erreicht ist, dass diese mannichfachen Bewegungen nicht m Gelenke vollführt werden können, sondern auf die genannten beiden erbindungen vertheilt sind.

s Gelenk zwischen Unterschenkel und Talus gestattet nur Beugung und ng und ist ein Scharniergelenk; der Gelenkcylinder gehört dem Talus an; von den beiden gabelförmig herabragenden Knöcheln umfasst und fixirt, ie, in analoger Weise wie am Kniegelenke, durch straffe Seitenbänder ützt werden.

e übrigen Bewegungen werden in dem Gelenke des Talus mit dem Fusse hrt, das eine sehr komplicirte Gestalt besitzt und, wie es scheint, aus zwei lenken zusammengesetzt ist. Sein Bau scheint noch nicht vollkommen auf-Auch hier hält ein fester Bandapparat die Knochen in ihrer gegen-Lage.

r Fuss, der wie die Handwurzel aus einer hier etwas beweglicheren Mo-n kurzen Knochen zusammengesetzt ist, stellt ein Gewölbe dar, mit der ität dem Boden zugekehrt, auf dem es mit nur drei Punkten aufruht: mit rper des Fersenbeines, mit dem Köpfchen des ersten und dem des letzten ssknochens. Die Abflachung des Gewölbes wird trotz der Gelenkverbin-der dasselbe darstellenden Knochen durch einen Bandapparat gehindert.

e Zehen sind die Analoga der Finger; sie dienen aber nicht wie jene greifen und Festhalten, sondern für gewöhnlich nur zur Verlängerung und erung der Unterstützungsfläche des Körpers. Ihre Beweglichkeit passt die ützungsfläche den Unebenheiten des Bodens möglichst vollkommen an, auch auf unebenem Boden ein Feststehen ermöglicht wird. Ihre Beugung reckung verwandelt die Unterfläche des Fusses je nach Bedürfniss in eine oder halbradartig gekrümmte Fläche, wodurch sie den Akt des Gehens lich unterstützen.

Die Leistungen des menschlichen Bewegungsmechanismus.

haben somit den Bau der Bewegungsmaschine des menschlichen Organismus in sei-sentlichsten Zügen kennen gelernt. Eine nähere Beschreibung der hier berührten nisse gehört nicht in die Physiologie, sondern in die Anatomie, worauf wir für ein-ere Studien verweisen müssen.

bei den Beschreibungen der von der Technik benützten Maschinen, haben wir auch n Zweck der Maschine bei der Betrachtung in den Vordergrund gestellt. Freilich war unmöglich, auch nur einigermaassen vollkommen die mechanischen Einrichtungen gliedern, die sich so unendlich mannichfaltig finden wie die Verrichtungen des alichen Körpers selbst. Doch haben wir ein Bild gewonnen von den allgemeinen

38*

Verhältnissen, auf denen die Möglichkeit dieser vielseitigen Leistungen beruht,
sehen wir die Natur mit weit einfacheren Mitteln zum Zwecke gelangen, als es d
vermag. Die menschliche Maschine ist wesentlich von der von Menschenha
verschieden.

Aeusserst auffallend ist, wie schon oben angedeutet, wie wenig sich die Na
Aufbau des Bewegungsgerüstes an mathematische Strenge in der Ausführung ge
Ihre Scharniergelenke lassen fast alle nach den neueren Untersuchungen noch
Scharnierbewegungen zu, besonders sind es geringe Schraubenbewegungen,
noch fähig sind, bei denen sich der Cylinder auf seinem Ausschnitt wie eine Schra
Mutter abwindet. Das Knie- und Ellbogengelenk bieten dafür Beispiele.
nach der Methode von LANGER durch das Gelenkende der Ulna Stifte so eingesch
sie mit der Spitze eben in die Gelenkhöhle hineinragten. Bei den Beugungen und
in dem Ellenbogengelenke ritzten sie so Spurlinien auf die konvexe Gelenkfläch
armknochens, die sich als Theile eines Schraubengewindes darstellen. Der Ge
des Oberarmes ist somit eine Schraube, die sich in der Schraubenmutter der k
lenkfläche der Ulna abwindet. Aehnlich ist es im Kniegelenke, das schon am
Blick etwas von einer schraubenartigen Einrichtung erkennen lässt.

Wie sinnreich und in der Mechanik unbenützt sind die Befestigungen der
an einander durch Luftdruck, dessen Stärke ziemlich genau hinreicht, das Gew
den Gelenken hängenden Extremitäten zu äquilibriren, sodass die Bewegung
Reibung möglich sind.

Als Hemmungsapparate der Bewegung findet sich nur am Ellbogengelenke
licher, mechanischer Sperrhaken, das Olekranon; bei allen anderen Gelenken si
die zur Befestigung der Gelenkenden dienenden Bandapparate verwendet, wel
ihrer elastischen Eigenschaften bei höheren Spannungsgraden eine weitere
nicht mehr gestatten. Wie einfach ist ihr straffes Anspannen zur Hemmung e
dem Kniegelenke sahen wir eine leise Abweichung der Gelenkhöcker von der mat
Gestalt hinreichen, die Seitenbänder bei der einen Stellung stärker als bei der
spannen und damit gewisse Bewegungen gestatten oder verbieten, je nach dem
Zwecke einer jeden Gelenkstellung. Wir sehen damit die Beine, allen Regeln d
spottend, obwohl sie Tragsäulen des gesammten Körpers sein sollen, aus meh
derten, gegen einander beweglichen Abschnitten bestehen, je nach Bedürfniss
bewegliche Stützen verwandelt oder im Zickzack gebogen, je nachdem sie zum
zum Fortbewegen des Körpers dienen sollen.

Der Organismus wird hier wie überall von der Maschine dadurch charakt
wir an ihm zwar eine strenge Gesetzmässigkeit im Allgemeinen überall beth
aber innerhalb dieser Gesetze an allen Orten die grösste Freiheit jeder individu
tung Raum gebend. Bei den Maschinen der Mechanik sind wir gewohnt die Voll
danach zu beurtheilen, wie genau nach Form, Lage, Masse die einzelnen The
und dem vorgeschriebenen Plan entsprechen. In dem Organismus finden wir nir
äusserlichen Schematismus, der nur für oberflächliche Betrachtung zugleich Vol

Mit einer vollkommenen Erkenntniss des Baues der Bewegungsmaschine
ihre Leistungen auf einfache, mechanische Gesetze zurückführen lassen.

Der Gedanke, dass die Verrichtungen des menschlichen Körpers unter die
Mechanik fallen, dass sie auf mechanischem Wege zu Stande kommen, ist ein
alter. Man hatte die Organismen mit Maschinen freilich sehr komplicirter Art
man hatte versucht, Maschinen — Automaten —, welche die Bewegungen des m
Körpers ausführten, zu bauen, und zwar unverkennbar mit der anerkennens
sicht, auf diesem Wege einen Einblick in das mechanische Problem des Org
erhalten

Die physiologische Physik wendete sich schon seit geraumer Zeit diesen Th
die einer mechanischen Erklärungsweise vor allen anderen thierischen Funktion

zugänglich schienen. Noch immer ist aber für die Mehrzahl der Bewegungen des Kör-iese Erkenntniss nicht vollkommen erreicht.

zwei Hauptfunktionen der Beine: als Stützen und als Bewegungsorgane des Gesammt-rs zu dienen, allein sind bisher in sehr vollkommener Weise in ihren mechanischen ltnissen erklärt worden. Es sind die Untersuchungen der Gebrüder WEBER über echanik der menschlichen Gehwerkzeuge, denen wir diesen Fortschritt der Wissen-vor allem verdanken.

enden wir unsere Aufmerksamkeit zuerst auf die Mechanik des Aufrecht-ens. Es ergiebt sich aus den Untersuchungen über diesen Gegenstand, die im An-an die Untersuchungen der Gebrüder WEBER vor allem von H. MEYER ausgeführt n, dass zum Zustandekommen eines natürlichen ungezwungenen Stehens fast einzig lein die mechanischen Einrichtungen der passiv bewegten Körpertheile des Skeletes chen, sodass wir dieses Stehen als die aufrechte Ruhelage des menschlichen Körpers hnen können. Dass es trotzdem nicht ganz ohne Anwendung aktiv bewegender Organe Muskeln — möglich ist, beweist, ausser dass nur der belebte Körper aufrecht gestellt n kann, die Ermüdung, welche nach längerem Stehen eintritt und einen Aufwand von bekundet.

m Stehen ist es erforderlich, dass der Oberkörper auf den als steife Stützen wirkenden im Gleichgewichte getragen wird, dass also die senkrechte Linie, welche wir durch hwerpunkt des Körpers zur Unterstützungsfläche herab uns gezogen denken können, hwerlinie, innerhalb des von den Füssen umspannten Raumes hereinfällt.

i dem natürlichen Stehen, bei welchem diesen Bedingungen genügt ist, bilden die einen nach vorne offenen Winkel von etwa 50°. Die Unterschenkel stehen parallel, erschenkel stehen in der Verlängerung der Unterschenkel, sie bilden mit einander ht stehende Säulen. Die Schwerlinie durch den Schwerpunkt des gesammten Kör-mit den Beinen, der nach ED. WEBER im Promontorium, nach MEYER im Kanal des n Sakralwirbels liegt, fällt nur wenig hinter die Drehaxe der Kniegelenke und nur vor eine Linie, durch welche wir die Fussunterschenkelgelenke mit einander ver-können. Der Schwerpunkt des Rumpfes allein liegt nach HORNER vor der Mitte des n Rückenwirbels, wenn die Arme am Rumpfe herabhängen, die Wirbelsäule gestreckt r Kopf festgestellt ist. Eine durch ihn auf die Unterstützungsfläche gezogene Schwer-llt ziemlich weit hinter die Drehpunkte der Hüftgelenke, weniger weit hinter die Dreh-r Kniegelenke. Dies rührt daher, dass der Rumpf im Hüftgelenke ziemlich stark hinten lehnt ist.

mechanischen Bedingungen dieser Stellung sind folgende.

Stellung im Hüftgelenke ist fixirt durch die Wirkung des Ligamentum ileofemorale us. Denken wir uns die Drehpunkte der Hüftgelenke durch eine horizontal von rechts links laufende Gerade verbunden, so stellt diese eine Axe dar, um welche der Rumpf vor- und rückwärts gedreht werden kann. Der Rumpf ist bei dem Stehen nach hinten neigt, die Schwere wird ihn noch weiter nach hinten zu drehen bestrebt sein, diesem ngsbestreben wirkt das Ligamentum ileofemorale entgegen, welches sich bei der Rück-rehung anspannt und diese damit über einen bestimmten Grad hinaus bei feststehen-inen verhindert. So bildet vermittelst dieses Bandes der Rumpf mit den Oberschenkeln sich festes System, das auf den Unterschenkeln, auf den Kniegelenken balancirt. Der rpunkt des Rumpfes mit den Oberschenkeln fällt etwas, aber nur sehr wenig, hinter rehaxe des Kniegelenkes, das sich während der Streckung mit möglichst breiten Flächen rt. Es genügen nur sehr geringe mechanische Einrichtungen, um dem geringen Zug hwere, welche wegen der Lage der Schwerlinie die Kniee zu beugen bestrebt ist, das ewicht zu halten. Auch hier wirkt vor allem Bänderspannung, die Spannung des ntum ileotibiale (der Fascia lata) und die Spannung des schon genannten Ligamentum orale. Das Ligamentum ileofemorale hält das Becken und die Oberschenkel in ihren eitigen Lagen fest, die sich bei der Beugung im Kniegelenke verändern müssen; das

Ligamentum ileotibiale spannt sich gegen eine Kniebeugung in ähnlicher Wei
Ligamentum ileofemorale bei der Rückwärtsbeugung des Rumpfes, sodass d
den Oberschenkeln in analoger Weise wie dort von diesem Bande gehalten w

Fig. 166.



S. Schwerpunkt des Rumpfes; *v, v.* die durch ihn senkrecht gezogene Schwerlinie; *G.* gemeinsamer Schwerpunkt; *GL.* Senkrechte Linie auf den gemeinsamen Schwerpunkt.

Alle die bisher besprochenen Mec
den Rumpf mit den Beinen zu einem
verbinden, widersetzen sich der Beug
lenke, da mit einer solchen Stellungsver
den durch Bänderspannung fixirten Gele
müssten. Eine Beugung im Fussgelenke
lenke) wird durch die Lage der Schwe
sammtkörpers, welche vor das genann
angestrebt. Einer solchen widersetzt s
der Gelenkflächen, indem bei der Beug
breitere Ende der Astragalusrolle immer
die Knöchel eingekeilt wird, sodass die
schenkelknochen, die sich bei der Streck
schenkels etwas um einander rotiren u
Rolle schräg umgreifen, stark an die R
werden.

Die Art der Stellung der Füsse auf
schon oben angegeben.

Nach der bisher gegebenen Darstell
Aufrechtstehen, die aufrechte Ruhelag
keiner äusseren Kräfte; das System de
pers wird zu einem vergleichsweise star
trachteten Stellung. Das Gleichgewicht
ken ist jedoch unter allen Umstände
labiles; um der Stellung eine grössere
geben, werden auch noch äussere M
Feststellung der Gelenke verwendet.

Im Hüftgelenke ist die Stellung an sic
sten. Die Auswärtsrollung der Ober
Stehen, das Sicherstellen gegen weiter
Rumpfes besorgt der M. glutaeus maxi
gelenke wird die Spannung des Ligamen
(der Fascia lata), an das sich bekannt
taeus maximus inserirt, durch die Kon
Muskels verstärkt, sodass seine bespr
eine sicherere ist. In dem Fussgelen
Wadenmuskeln (Mm. gastrocnemii) u
terschenkel zum Fuss laufenden Muske
posticus, peronaei postici, soleus sein
gegen.

Wir dürfen die Wirkung dieser Musk
schätzen. Sie haben nur die Aufgabe,
tretenen Störungen der an sich durch
seinen Bändern schon gegebenen Gle
der einzelnen Körperabschnitte zu einan
wieder herzustellen. Das ungezwung
durch die mechanischen Einrichtungen
rüstes fast allein schon möglich gemach

Vie es uns möglich war, die Mechanik des Stehens abgesehen von eingehender Betrachder aktiv auf das Skelet wirkenden Kräfte zu verstehen, so wird uns das auch bei der wichtigeren Körperfunktion, auf welcher mechanische Hauptleistungen des mensch-n Körpers beruhen, gelingen, bei der Darstellung des Gehens und der verwandten egungen.

Vir verstehen nach den Untersuchungen der Gebrüder Weber unter natürlichem en diejenige Gangart, bei welcher vermittelst seiner unteren Extremitäten mit mögt geringem Kraftaufwande der menschliche Körper nahezu horizontal über einen ebenen n mit fast gleichbleibender Geschwindigkeit fortgetragen wird.

Iierbei wirken verschiedene Kräfte auf den Körper, von denen die einen beschleunigend, anderen verzögernd wirksam werden. Die erste ist die Schwerkraft, welche die vertikal ärts gerichtete Geschwindigkeit beschleunigt, und die durch eine Kraft, welche in rechter Richtung den Körper stützt, äquilibrirt werden muss, um den Rumpf weder en noch sinken zu lassen. Die andere ist der Luftwiderstand, der die Bewegungen in r Richtung verzögert. Die dritte ist die Streckkraft je eines Beines, welche nicht nur den widerstand überwindet, sondern auch die ganze Masse des Körpers vorwärts schiebt.

Die Bewegung eines Kahnes mit Hülfe einer Ruderstange auf stehendem Wasser kann Bild für einen Theil der Bewegungen abgeben. Der Schwerkraft, welche auf den Kahn t, wird durch das Wasser das Gleichgewicht gehalten; bei dem Gehen übernimmt diese tion abwechselnd das eine Bein, auf das sich der Körper stützt. Die Ruderstange wird f gegen den Boden angestemmt mit einer bestimmten Kraft, welche genügt den Kahn ustossen; diesen Theil der Arbeit übernimmt stets das zweite Bein, das gerade nicht ütze dient. So ist das Gehen je aus drei Abschnitten zusammengesetzt: aus zwei aktiStützen und Fortstossen und aus einem passiven, der darin besteht, dass die Extremität, e eben nicht zum Fortstossen benutzt wird, sich durch gewisse Stellungsveränderungen ser Thätigkeit vorbereitet.

as Mittel zur Ausführung der Bewegung ist die Streckung zweier in entgegengesetzter ung gebogener Gelenke, des Kniegelenkes und des Fussgelenkes, wodurch aus einem inkel gebogenen ein gerader, also wesentlich erer Stab erzeugt wird: auf dieser plötzlichen ngerung beruht das Vorwärtsschieben des pfes (Fig. 167). Der Körper würde dabei nach ärts fallen, wenn nicht gegen Ende der Prone die zweite Extremität als Stütze sich gegen Fallen unterstellen würde. Beide Extremitäten eln mit dem Tragen und Bewegen der Last Da das Vorwärtsschieben stets nur von einem aus erfolgt, also etwas von einer Seite her, ürde der Stoss den Körper nicht nur vorwärts, ern auch etwas zur Seite bewegen, wenn nicht der Arm auf der Seite des fortstossenden Beivorwärts fiele und damit den Schwerpunkt s nach dieser Seite verschöbe.

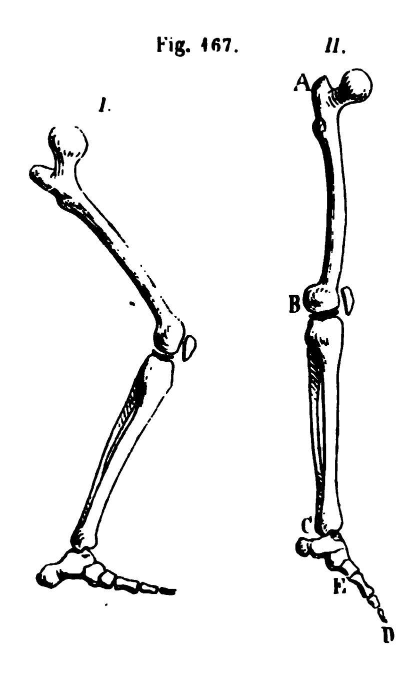
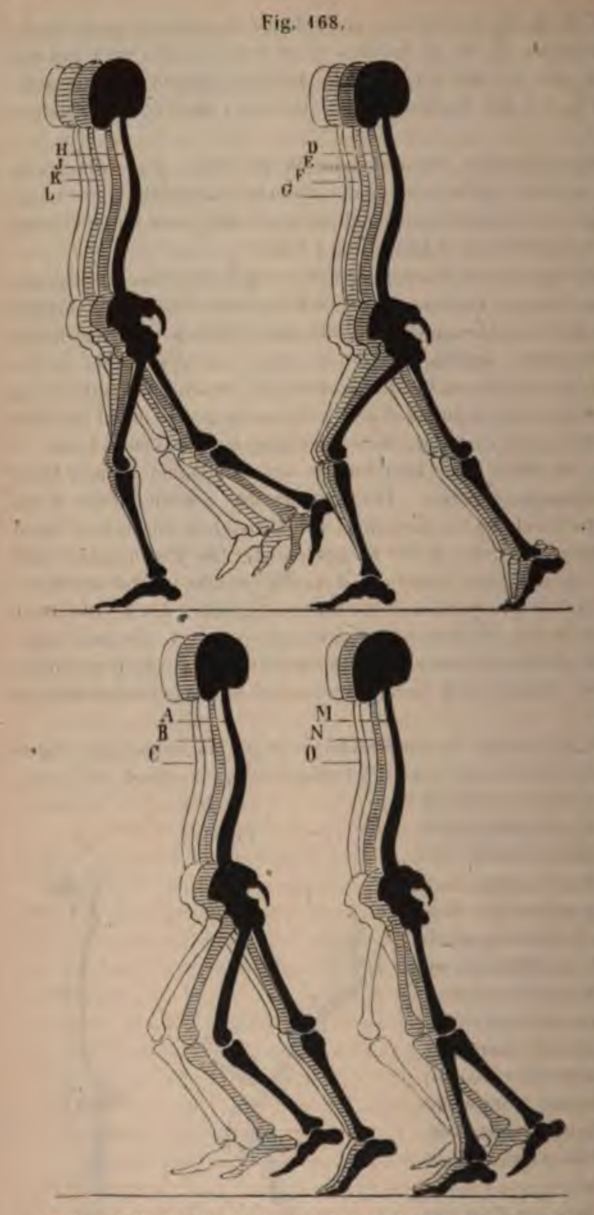


Fig. 167.

Bei dem Gehen schwebt stets ein Bein am pfe hangend in der Luft — das passive Bein während das andere — das aktive — auf den n angestemmt ist.

Es giebt bei jedem Schritt einen Moment, wo eine Bein senkrecht etwas gebeugt unter dem erpunkt des Rumpfes steht; das andere Bein t dann ziemlich weit nach hinten und zwar kommen in allen seinen Gelenken gestreckt

Fig. 168.



Stellt nach WEBER die gleichzeitige Lage eines Beines für den Zeitraum eines Schrittes dar. Der Uebersicht wegen sind diese Lagen in 4 Gruppen getrennt worden. Die erste Gruppe: *DEFG* stellt die verschiedenen Lagen dar, welche beide Beine, während sie beide auf dem Boden stehen, gleichzeitig erhalten; die zweite Gruppe: *HJKL* die verschiedenen Lagen, welche beide Beine in der Zeit erhalten, wenn das aufgehobene Bein hinter dem stehenden weit zurück ist; die dritte Gruppe: *MNO* die verschiedenen Lagen, welche beide Beine in der Zeit annehmen, wenn das schwingende Bein das stehende überholt; die vierte Gruppe die verschiedenen Lagen, welche beide Beine in der Zeit erhalten, wenn das schwingende Bein dem stehenden weit vorausgeeilt ist. An diese Stellung schliesst sich zum zweiten Schritt wieder die erste Gruppe: *DEFG* an.

und berührt nur noch
Zehenballen — den
köpfchen — den Boden,
so die beiden Beine mit
Boden, auf dem sie st
ein rechtwinkeliges D
Hypotenuse stellt das
hinten, die eine Kathe
recht unter dem S
stehende Bein, die an
bindungslinie der b
am Boden dar.

Das senkrecht ste
hat bei dem nun folge
die Projektion des Kör
nehmen. Es nimmt da
nach vorwärts geneigt
und verlängert sich
ckung in seinen Ge
Körper würde dadur
wärts fallen müssen,
das andere Bein *B* sic
Lage gleichfalls entfe
soweit vorgerückt w
nun senkrecht, etwas
ter dem Schwerpunk
käme. Es übernimm
Thätigkeit, welche
A verrichtete, und ein
beginnt. In dem Au
höchsten Streckung
löste sich nämlich
vollkommen los, ver
leichten Beugung in
ken etwas verkürzt,
eine Pendelschwi
Hüftgelenke nach
senkrecht unter d
schwerpunkt, dessen
darstellen muss. Bei
des projicirenden Be
wie angegeben, nicht n
sondern auch das Fu
streckt; dadurch wi
vom Boden abgehob
ruht dann nur noch a
ballen; endlich erheb
diese, sodass vor der
Pendelschwingung d
noch mit dem Ballen
Zehe den Boden b
Gebrüder WEBER

Abwickeln des Fusses vom Boden mit der Bewegung des Fortrollens eines Rades 168).
s passive Bein macht also, während das aktive die Projektion ausführt, eine Pendelingung nach vorwärts. Es ist dieses Faktum von besonderer Wichtigkeit, da diese rtsbewegung des passiven Beines, um als Unterstützung zu dienen, demnach ganz Aufwand von Muskelkräften geschieht. Dadurch werden zwei Vortheile zugleich er-, eine bedeutende Kraftersparniss und eine vollkommene Regelmässigkeit der Schritte. s Gewicht des Beines durch den Luftdruck im Hüftgelenke fast vollkommen genau brirt ist, so kann es ungestört ziemlich vollkommene Pendelschwingungen ausführen. hen in Folge davon die Schritte unter dem Einfluss der Pendelgesetze vor sich gehen: endelschwingungen nehmen mit der Kürze des Pendels an Schnelligkeit zu, ebenso hwingungen der Beine, sodass sich daraus die gravitätischen Gehbewegungen grosser nen erklären, wie die Beweglichkeit der kleinen.
e Schrittlänge ist, wie sich aus direkter Anschauung ergiebt, um so bedeutender, je r das aktive Bein vor Beginn seiner Projektionsthätigkeit gebeugt war, also je tiefer kt der Rumpf beim Gehen getragen wird. Auch die Fusslänge ist von Einfluss, da sich lem Vorgang der Abwickelung des Fusses vom Boden vor dem Eintritt der Pendelingung der Fuss der Schrittlänge hinzuaddirt. Je länger der sich abwickelnde Fuss ist, desto grössere Länge wird dem Schritte dadurch hinzugefügt.
ir sahen, dass es einen Zeitpunkt giebt, während dessen beide Beine bei dem Gehen oden berühren. Dieser Zeitraum kann bei dem geschwindesten Gehen fast vollkommen ull werden, sodass der gestreckte Fuss in demselben Augenblick zu pendeln beginnt, in der andere nach seiner Schwingung niedergesetzt wurde.
ie Streckung des aktiven Beines ist selbstverständlich nur vermittelst äusserer auf das l wirkender Kräfte möglich. Sie werden durch den vierköpfigen Streckmuskel des s und durch den Wadenmuskel und Musc. soleus, die den Fuss strecken, ausgeführt. er aktiven Beugung des Beines, um die Pendelschwingung möglich zu machen, wirkt er der Wadenmuskel, der das Knie etwas beugt.
er Rumpf, welchen der Luftwiderstand stets in seiner Vorwärtsbewegung verzögert, etwas nach vorwärts geneigt, und zwar um so mehr, je rascher die Gangbewegung ist.
. Meyer hat auch die **Mechanik des Sitzens** mit Rücksicht auf die für die Gesundheitspflege chtige Schulbankfrage einer genaueren Analyse unterzogen.
eyer nennt die ideale Linie, mit welcher wir die beiden Sitzbeinhöcker verbinden kön-Sitzhöckerlinie. Diese Linie ruht zunächst immer bei dem Sitzen auf dem Sitze Um dem Sitze mehr Festigkeit zu verleihen, stützt sich der Körper ausser auf die Sitz-erlinie noch auf weitere Punkte, welche entweder vor oder hinter der betreffenden liegen. Je nach der Lage dieser accessorischen Berührungspunkte vor oder hinter der öckerlinie wird auch die Schwerlinie des Rumpfes entweder vor oder hinter diese fallen. Meyer unterscheidet danach zwei Sitzarten, die eine als vordere, die andere intere Sitzlage. Die beiden Sitzbeinhöcker, Tubera ischii, sind an ihrer Ober-e, mit der sie auf dem Sitze aufruhen, konvex gekrümmt, sodass der Oberkörper auf wie ein Schaukelpferd auf seinen Kufen sich vor- und rückwärts rollen kann.
ei der vorderen Sitzlage ruhen ausser der Sitzhöckerlinie auch noch die Schen-uf dem Sitze auf, es entsteht dadurch eine breite (viereckige) Basis für den Rumpf. Bei Sitzen auf niedrigen Schemeln berühren die Schenkelunterflächen den Sitz nicht, hier n die Füsse, wo sie den Boden berühren, die accessorischen Stützpunkte; auch auf Weise entsteht eine breite (viereckige) Basis. Die Schwerlinie fällt dabei normal stets ie Sitzhöckerlinie, der Rumpf neigt sich etwas vor, um so mehr, je niedriger der Sitz Seine aufrechte Stellung muss durch Muskelaktion erhalten werden: bei übermüdeten nen fällt bei dieser Sitzlage der Kopf schliesslich auf die Kniee (Nicken der im Sitzen afenden). Die Muskeln, welche das Vorfallen des Rumpfes, welches schon in etwas die ung der Sitzhöcker auf ihrer Unterlage erschwert, verhindern, sind die gespannten

Beugemuskeln des Kniegelenkes, welche vom Tuber ischii entspringen. Ihre B ist mehr passiv. Die Kürze dieser Muskeln verhindert bei gestreckter Lage des U kels eine stärkere Vorbeugung im Hüftgelenke: noch stärker wirkt in dieser R Uebereinanderschlagen der Beine. Aktiv halten den Rumpf die Streckmuskeln lenke aufrecht, deren Ermüdung wir auch bei längerem Sitzen vor allem fühlen.

Die durch anhaltendes Sitzen erfolgenden Störungen sind für Kinder vor allem entstehende Neigung zu Verkrümmung der Wirbelsäule (Skoliosen). Durch die v lage wird, am stärksten bei muskelschwachen, jugendlichen Individuen, die konkav nach vorne gebeugt. Diese Beugung kann entweder aktiv durch die V Streckmuskeln des Rumpfes vermieden werden, die bei Geradesitzen darum e müden, oder passiv, indem wir dem Rumpfe eine stützende Unterlage durch Ellbogen auf eine hohe Stuhllehne oder den Tisch ertheilen. Ist der Stuhl sehr der Tischrand hoch, so müssen zum Zwecke des Aufsitzens die Schultern sehr h werden. Man stützt sich dann wohl nur mit einem (dem rechten) Ellbogen Schulter bedeutend gehoben wird, während der andere Ellbogen herabsinkt die dazu gehörige Schulter. Es leuchtet ein, wie durch eine solche einseitig sch bei jugendlich bildsamem Knochengerüste, eine seitliche Wirbelsaulenverkrün stehen muss; die Wirbelsäule ist bei der betreffenden Haltung nicht unbedeut nach rechts ausgebogen.

Die (natürliche) hintere Sitzlage benützt als hinter der Sitzhöckerlin accessorischen Stützpunkt die Spitze des Kreuzbeins. Dabei bekommt der Rum bedeutende Beugung nach hinten. Wollen wir in dieser Sitzlage an einem Tis so muss sich der Rumpf stark nach vorne konkav überbiegen, woraus der oben Uebelstand in erhöhtem Maasse eintreten muss. Dadurch, dass man dem Sitz Lehne giebt, an welche sich der Rumpf mit dem letzten Lendenwirbel oder mit Ende der Hüftbeine schon bei geringerer Beugung lehnen kann, ehe die Spitze beines den Sitz berührt, kann diese (künstliche) hintere Sitzlage zu lichst angenehmen gemacht werden. Doch müssen auch hier noch die Lenden aufrechte Stellung der Wirbelsäule erhalten. Durch Hintenüberbeugungen, »Str nen wir diese Muskeln vollkommen erschlaffen, daher das wohlthätige Gefühl d nach langem Sitzen. Die kurze Rücken- (Kreuz-) Lehne lässt die betreffenden M lichst wenig ermüden. Sie gestattet dabei die grösste Beweglichkeit des Rum zeitweiliges Aufstützen der Ellbogen, um auch die Wirbelsäulenmuskulatur lassen. Die hohe gerade Lehne ist unzweckmässig, weil sie den am meisten stüt Punkten des Rumpfes keine Unterstützung gewährt; es tritt bei Ermüdeten ein konkaves) Zusammenknicken der zwischen den weit aus einander liegenden S gelegenen Theile der Wirbelsäule ein, in vielen Fällen mit einer Tendenz zum rutschen.

Meyer räth, vor allem die (künstliche) hintere Sitzlage mit Be kurzen Rückenlehne zum Sitzen an Arbeitstischen und Schulbänken zu verwend dabei aber der Stuhl dem Tische sehr nahe stehen, und letzterer so niedrig ohne Erhebung der Schulter ein Auflegen der Ellbogen gestattet. Auf diese V einer der Hauptgründe für an der Schulbank erworbene Wirbelsäuleverkrümm fallen. —

Wir haben damit den Bau und die Bewegungsmöglichkeiten der menschl maschine unserer Betrachtung unterworfen und unser Augenmerk zugleich au der Hauptbewegungen des Körpers selbst gerichtet. Offenbar ist die Ortsbewegu tigste Thätigkeit des ganzen Körpers, ihr ist die Hauptsumme der Organe, die des gesammten Körpers gewidmet. Staunenswerth ist die Einfachheit des Bew cipes, sowie der Hülfsmittel, durch welche so kraftvolle und geschwinde Bewe geführt werden können mit so geringem Aufwande äusserer Bewegungskräfte. des Menschen sind für die Ortsbewegung so zweckmässig eingerichtet, dass

...chen durch keine andere Art der Krafterzeugung mehr zu leisten vermag als durch ihre Benützung zu diesem Zwecke. So wird uns das überraschende Resultat der Tabelle klar, mit der wir unsere Besprechungen dieses Kapitels begannen, dass der Mensch am Tretrade ... weit mehr Arbeit zu leisten vermag als an der Kurbel. Im ersteren Falle ist die Arbeit vorzüglich den unteren Extremitäten übertragen, und zwar leisten sie diese in der für sie am vortheilhaftesten erkannten Weise der Lokomotion des Körpers.

Es ist nicht schwer sich einen Begriff davon zu machen, in welcher Weise durch Ortsbewegung des Korpers Arbeit geleistet wird.

Nehmen wir z. B. an, ein Mann von 70 Kilogr. Körpergewicht habe einen Berg von 2000 Meter erstiegen, so heisst das offenbar Nichts weiter, als dass er sein Gewicht von 70 Kilogr. auf die angegebene Höhe gehoben habe, d. h. er hat 140000 Kilogrammmeter Arbeit geleistet. Diese Arbeitsgrösse würde auf das Doppelte steigen, wenn er eine Last, die seinem Körpergewicht gleich wäre, mit sich auf dem Rücken emporgetragen hätte; sie würde seine Arbeitsleistung an der Kurbel weitaus übertreffen: 184320 : 280000. Bei der Leistung im Tretrade kommt noch eine Arbeit der oberen Extremitäten hinzu, wodurch dieselbe so hoch gesteigert wird: 345600.

Die Gebrüder Weber geben eine Formel an, nach der die bei dem Gehen auf horizontalem Wege geleistete Arbeit für einen erwachsenen Körper berechnet werden kann.

Danach berechnete ich für einen Mann die Arbeitsleistung für eine Stunde Weges auf horizontalem Boden auf 25000 Kilogrammmeter. In 8 Gehstunden würden somit etwa 200000 Kilogrammmeter Arbeit durch die Ortsbewegung des Körpers geleistet, etwa die gleiche Grösse wie sie in der citirten Tabelle für den Göppel verzeichnet ist.

Stimme und Sprache.

Die Wirkung der Stimmbänder.

Es finden sich Wirkungen animaler, quergestreifter Muskeln im menschlichen Organismus, welche Nichts mit der Gesammtarbeitsleistung zu thun haben. Wir ...ten schon an anderen Orten Gelegenheit, von den Bewegungen und Verrichtungen einiger derselben z. B. des Herzens, der Schlundmuskeln etc. zu sprechen. ...r liegt es uns noch ob, die Leistung der Kehlkopf- und Zungenmuskeln zu be...chten, auf der eine der wesentlichsten menschlichen Eigenschaften: das Vermögen artikulirte Laute und musikalische Töne hervorzubringen, beruht.

Das Stimmorgan, das musikalische Instrument des Menschen, liegt im Kehlkopf. Sowohl Beobachtungen an lebenden Menschen als an ausgeschnittenen Kehlköpfen, zeigen deutlich, dass die Stimme in der Stimmritze gebildet wird. Findet sich eine Oeffnung in der Luftröhre eines Menschen oder macht man eine ...che bei einem Säugethier zu Behuf des Versuches, so kann keine Stimme mehr gebildet werden; diese Fähigkeit kommt zurück, sowie man die Oeffnung verschliesst. Eine Oeffnung über der Stimmritze hebt dagegen die Stimme nicht ...kommen auf; der Kehldeckel, die oberen Stimmbänder können fehlen, und ...h ist noch Stimme vorhanden. Legt man die Stimmritze an lebenden Thieren ...s, so kann man sich leicht davon überzeugen, dass die unteren Stimmbänder, ...che die Stimmritze einschliessen, bei dem Tonangeben in Schwingungen ge...en. Die Entdeckung des Kehlkopfspiegels erlaubt es, die Stimmbänder ...nern des normalen Organismus während ihrer Funktionen zu beobachten; man ...ennt, dass sie bei dem Stimmgeben Schwingungen machen, die je nach der

Stärke und Höhe des Tones an Intensität und Geschwindigkeit verschie
Namentlich bei tieferen Brusttönen sind ihre Schwingungen sehr ausg
oft ihre Bänder nach innen schlagen, wird die Stimmritze ganz eng ges

Nach Johannes Müller's bei den deutschen Gelehrten allgemein ang
ner Lehre sind die unteren Stimmbänder (Lig. thyreoarytaenoidea infer
mittelst ihrer Schwingungen, die sie unter der Wirkung des Ex-, unter
den auch des Inspirationsluftstromes von ihren eigenen elastischen Kräften
ausführen, das eigentlich Wesentliche bei der Tonerzeugung. Es ist
kopf ein membranöses Zungenwerk, die Stimmbänder sind die e
Zungen. Wird ein genügend starker Luftstrom gegen diese Zungen geh
versetzt er diese in Schwingungen, welche zur Tongebung Veranlassu
können.

Diese Stimmbänder sind mit der hier Pflasterepithel tragenden Sc
des Kehlkopfes überzogen, zwischen dem Schildknorpel und den Gie
knorpeln ausgespannt. Die Spalte, welche sie von einander trennt, w
ihrem vorderen Theil als eigentliche S
(Glottis vocalis) bezeichnet; der Theil d
welcher sich zwischen die beiden Gies
knorpel fortsetzt, trägt den Namen A
(Glottis respiratoria), Bezeichnungen w
Funktionen der einzelnen Abschnitte d
läutern.

Fig. 169.



Seitenansicht des Kehlkopfs. *A* Schildknorpel. *B* Ringknorpel, *C* rechter Giessbeckenknorpel; *b* sein Stimmfortsatz, *b c* Stimmband. Der Zug auf den Schildknorpel in der Richtung des Pfeiles *c* spannt das Stimmband an, wenn die Giessknorpel fixirt sind. Ist ersteres fixirt, so kann auch der Zug in der Pfeilrichtung *b* das Stimmband spannen. *a*. Drehungsaxe des Ringknorpels. *D*. Musc. cricothyreoideus.

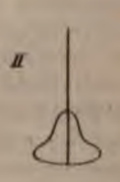
Die Länge und Spannung der Stin
hängt von der Entfernung ihrer beiden
punkte ab, welche durch Stellungsver
heiten des Schildknorpels gegen den Ri
verändert werden kann. Durch Drehun
Queraxe bei fixirten Giessbeckenknorp
der vordere Theil des Schildknorpels dem
Theile des Ringknorpels mehr oder we
nähert werden, wodurch sich der obere
welchem die Stimmbänder sich ansetz
vorn oder hinten bewegt und die Bänder
an- oder mehr abgespannt werden kön
Giessbeckenknorpel drehen sich um ein
Drehungsaxe des Schildknorpels senkrec
sie entfernen dadurch die hinteren An
Stimmbänder mehr oder weniger von ein
haben hauptsächlich die Form der Stimmritze zu bestimmen.

Die Stellungsveränderungen des Schildknorpels (Fig. 176) besorgen
cricothyreoidei, sie spannen, wenn die Giessbeckenknorpel festgestellt
Stimmbänder durch das Herabziehen des oberen Randes des Schildknor
den Ringknorpel zu. In den Stimmbändern selbst verlaufen die Musc. th
taenoidei, sie setzen sich an die Giessbeckenknorpel an und wirken som
sie die obere Kante des Schildknorpels nach hinten ziehen, in entgegen
Richtung, sie spannen die Stimmbänder ab und verkürzen sie durch ih
Kontraktion. Dabei scheint auch eine ungleiche Spannung der Stimmbä

zu können, da ein Theil der Fasern am Stimmbande selbst entspringt. Bei Kontraktion werden die Theile des Stimmbandes abgespannt werden, in solche Fasern verlaufen, die anderen dagegen ange- t. Ihr Ansatz an die Giessbeckenknorpel ist so, dass ein ihrer Fasern den äusseren Rand derselben umgreift; bei ontraktion müssen demnach dadurch die äusseren Kan- ach innen gezogen werden; die inneren Ränder (Proc. es) stossen endlich zusammen, sodass die eigentliche ritze nun vollkommen verschlossen ist, während die ritze eine dreieckige Oeffnung bildet mit der Spitze gegen timmritze zugewendet (No. IV). Analog wirken die Musc. rytaenoidei laterales, welche die Proc. musculares der beckenknorpel nach abwärts, vorn und aussen ziehen, s die Proc. vocales gegen einander gerückt werden. le im entgegengesetzten Sinne wirken die an dem unte- hinteren Ende (dem Proc. muscularis) der Giessbecken- pel angreifenden Musc. cricoarytaenoidei postici, sie ziehen usseren Ränder nach hinten und abwärts, nähern die bei- roc. musculares einander, bis sie zusammenstossen, ziehen t die beiden Proc. vocales von einander ab, sodass dadurch timm- und Athemritze eine gemeinsame weite, rauten- ige Oeffnung darstellt (No. III). Ein vollkommener Ver- ss der Athem- und Stimmritze, z. B. vor dem Husten, ich wird durch die gleichzeitige Wirkung der Thyreoary- idei und der Interarytaenoidei, des Transversus und des juus hervorgebracht, indem sie die ganze Pyramide der knorpel zusammenziehen, sodass gleichzeitig Muskel- und nfortsätze einander genähert werden (No. II).

Fig. 170.









as menschliche Stimmorgan gehört seiner akustischen Einrich- g nach zu den Zungenwerken. Im Kehlkopf sind die unte- Stimmbänder als membranöse Zungen durch das Tracheal- r gespannt, Bronchien, Luftröhre und der untere Theil des Kehl- fes fungiren als »Windrohr« des Instrumentes, durch sie wird den membranösen Zungen Luftstrom zugeleitet, die sie in Schwingungen versetzt. Der obere Theil des Kehlkopfs die Rachen-, Mund- und Nasenhöhle dienen als »Ansatzrohr«.

ie Tonerzeugung in den Zungenwerken (Helmholtz) geschieht dadurch, dass durch n Luftstrom elastische Platten oder Bänder in schwingende Bewegungen versetzt werden, ei sie die Oeffnung, in der sie befestigt sind, bald schliessen, bald frei lassen. Die Zunge dabei nur die Veranlassung, nicht die Ursache des entstehenden Tones. Sie zerfällt den strom, der ohne sie ununterbrochen gegangen wäre, in eine Reihe periodisch wieder- nder Bewegungen, durch die unser Ohr den Eindruck des Tones erhält. Man studirt Einrichtung der membranösen Zungen am einfachsten an hölzernen Röhren, deren oberes e man von zwei Seiten her so schräg abgeschnitten hat, sodass zwei etwa rechtwinkelige en zwischen den beiden Schnittflächen stehen bleiben. Ueber die beiden Abdachungs- en spannt man je ein Streifchen von vulkanisirtem Kautschuk und befestigt sie mit n, zwischen beiden elastischen Streifen bleibt ein feiner Spalt. Biegen sich die branen nach innen, so verschliessen sie, biegen sie sich nach aussen, so öffnen sie Spalt. Zwei musikalische Instrumente der Art sind die menschlichen Lippen beim sen der Blechinstrumente und der menschliche Kehlkopf im Gesang und

bei der Vokalbildung. Die Lippen sind beim Anblasen der Blechinstrumente als s elastische mit viel unelastischem Gewebe belastete membranöse Zungen zu betrach isolirt verhältnissmässig sehr langsam schwingen würden. Der Kehlkopf entspric oben erwähnten Modell sehr genau, doch haben seine beiden Zungen die Stimmbän allen künstlichen den Vorzug voraus, dass die Weite ihres Spaltes, der Stimmrit Spannung und selbst ihre Form willkürlich ausserordentlich sicher und schnell werden kann. Dazu kommt noch die grosse Veränderlichkeit des durch die Mundh gebildeten Ansatzrohres, sodass eine viel grössere Mannichfaltigkeit von Klängen hervorgebracht werden kann, als durch irgend ein künstliches Instrument. Die wi veränderliche Spannung der Stimmbänder verändert und bestimmt die Höhe de Die mit dem Kehlkopf verbundenen Lufthöhlen können den Ton der Stimmbänd beträchtlich verändern, auch das Ansatzrohr der Mundhöhle ist dazu zu kurz und weit geöffnet. Durch willkürliche Spannung der in den Stimmbändern gelegenen fasern scheint auch die Dicke der Stimmbänder sich verändern zu können. Nach a dem eigentlich elastischen Theil der Stimmbänder liegt noch viel weiches, unel Gewebe, welches bei der Bruststimme wahrscheinlich als Belastung der elastische eine Rolle spielt und ihre Schwingungen verlangsamt. Die Fistelstimme entste scheinlich umgekehrt dadurch, dass die Ränder der Stimmbänder freier und schärfer indem die unter ihnen gelegene Schleimhautmasse zur Seite gezogen wird. Dadu das Gewicht der schwingenden Theile vermindert, die Elasticität bleibt dieselbe. Di heit der Stimme bei Erkältung rührt von Schleimflöckchen her, welche in der Stimmritze gerathen und den Verschluss und die Schwingungen der Stimmbä regelmässig machen. An dem Modell ist leicht zu demonstriren, dass die Entfer membranösen Zungen, entsprechend der Weite der Stimmritze, von Einfluss is Möglichkeit, Töne hervorzurufen. Nur wenn die Spalte eng ist, gelingt die Tone leicht, bei weiteren Spalte muss des »Anblasen« verstärkt werden. An dieser Stelle Helmholtz'sche Lehre von den Tönen und Klängen als bekannt vorausgesetzt (cf. Ge

In Beziehung auf die Schwingungen der gespannten Stimmbänder walten, wie oben Gesagten sich ergiebt, im Allgemeinen dieselben Gesetze, die sich bei gespan ten geltend machen. Wie bei letzteren ist die Schwingungszahl der Länge und des messer umgekehrt proportional, sie ist direkt proportional der Quadratwurzel des den Gewichts oder der Spannung, und umgekehrt proportional der Quadratwurzel tigkeit. Bei Saiten von verschiedenen Durchmessern und Dichtigkeiten gilt das Ges die Schwingungszahl der Quadratwurzel des Gewichtes der Saite umgekehrt pro ist. Stärkeres Anblasen steigert bei den membranösen Zungen die Tonhöhe (J. Mü durch die grösseren Exkursionen, welche die schwingenden Platten ausführen, ihre S erhöht wird.

Die Quantität der Bewegung, welche die schwingenden Stimmbänder selbst der theilen, ist zu gering, als dass sie als Schall beobachtet werden könnte. Es sind, gesagt, die rasch sich folgenden periodischen Luftbewegungen, die wir vernehm schwingenden Saiten müssen, wenn sie als Tonquelle benützt werden sollen, mit von grösserer Oberfläche, Resonanzboden verbunden werden, die ihre an sich zu sc Schwingungen aufnehmen und der umgebenden Luft mittheilen. Daher wird das T Harfe, des Klaviers, der Guitarre oder Violine hauptsächlich von dem Resonanzb Instrumentes bestimmt.

Das Material der Zungen beeinflusst die Klangfarbe der durch sie erzeugten Kläng lich. Hartes unnachgiebiges Material, wie das der Messingzungen, lässt die Luftst mehr abgerissen hervortreten als weiches, nachgiebiges. Je kürzer die Luftstösse, licher sie eintreten, desto mehr hohe, dissonirende Obertöne treten hervor. Hie wahrscheinlich hauptsächlich der Grund, warum unter allen Klängen von Zungenpf menschlichen Gesangstöne gut gebildeter Kehlen sich durch Weichheit auszeichnen

besonders bei angestrengtem Forte auch bei der menschlichen Stimme eine sehr grosse hoher Obertöne auf (cf. Vokale).

esentlich verändert wird der Klang der Zungen durch die Ansatzröhren. Freie Zungen einen scharfen, schneidenden Klang, man hat ein Gewirr dissonirender Obertöne bis echszehnten, zwanzigsten und höher hinauf. Durch das Anbringen eines Ansatzrohres diejenigen Obertöne, welche eigenen Tönen des Ansatzrohres entsprechen, beträcht-erstärkt hervor, die übrigen werden weniger hörbar, ihre Wirkung tritt zurück oder windet.

Die Klangbildung im Stimmorgane.

r Hervorrufung musikalischer Schwingungen der Luft bedürfen die Stimm- vor allem eine gewisse Spannung; wie ungespannte musikalische Saiten sie ausserdem keine Töne, sondern nur Geräusche von sich. Der Grad der ung sowie die Länge der schwingenden Membran bedingen die Höhe des ten Tones, wobei auch die Stärke des Anblasens mitwirkt. Bei übermässig von dem Kehlkopf erzwungenen Tönen bedarf es zur Hervorrufung dieses Mittels, sodass diese nur forte angegeben werden können. Da das An- um so stärker werden kann, je enger die Stimmritze ist, so zeigt sich diese n hohen und höchsten Tönen verengt, die Athemritze geschlossen. Der uck in der Luftröhre (Cagniard-Latour) nimmt mit der Tonhöhe zu. Die bänder können zur Erzeugung höherer Töne auch verkürzt werden, wie s den Besprechungen der Muskelwirkung ergiebt. Je kürzer die Stimm- r an sich sind, desto höher ist die natürliche Tonlage des Kehlkopfes, so sich bei Kindern und Frauen, die einen kleineren Kehlkopf und damit auch e Stimmbänder haben, höhere Stimmen als bei Männern.

on der Gestalt und Länge der die Stimmbänder umgebenden Gebilde, des und Ansatzrohres ist die Tonhöhe des Kehlkopfes unabhängig. Man kann ber den Stimmbändern Gelegene am Kehlkopf entfernen, ohne die Tonhöhe ändern. Garcia hat aber gezeigt, dass mit zunehmender Tonhöhe die obe- timmbänder sich etwas einander nähern, der Kehldeckel legt sich dabei mehr über den Kehlkopfeingang hinweg. Es scheint sonach, dass sich diese e an der stärkeren Stauung der Luft in den Luftwegen, die zur Hervor- ng hoher Töne erforderlich ist, betheiligen. Dabei steigt der Kehlkopf im n etwas in die Höhe.

ie Wirkungsweise der einzelnen Muskeln ist bei dem Erzeugen musikalischer im Kehlkopfe eine sehr mannichfaltige. Wir sehen fort und fort die Span- der Bänder, ihre Länge, ihre Stärke des Anblasens in ihren Wirkungen er compensiren, sodass derselbe Ton forte und piano wechselweise, oder ke an- und abschwellend gesungen werden kann. Es muss dabei je der Stärke des Anblasens die Bänderspannung eine verschiedene sein. rzeugung der höchsten Töne steht dem Kehlkopf noch ein weiteres Re- zu Gebote, welches Töne von wesentlich anderer Klangfarbe liefert, als die lichen: die Fistelstimme. Die Stimmritze ist bei dieser Art der Ton- ung weiter geöffnet, die Stimmbänder sind sehr stark gespannt, wie schon bjektive Empfindung der Anstrengung bei der Erzeugung von Fistel- ehrt.

Die die Stimmritze umgebenden Organe üben durch ihre Resonan
Einfluss auf Klang und Stärke des Tones aus, der sich je nach der Stellun
Theile ändern kann (bei der Vokalerzeugung). Auch die Brustwandunge
den Lungen und der Luftröhre eingeschlossene Luft betheiligt sich durch
an der Tonerzeugung. Bei der sogenannten Bruststimme, dem gewö
Stimmregister ist die Resonanz der Brust als Fremitus pectoralis zu fül
der Fistelstimme schwingen vor allem die Organe der Mund- und Nasenh
in ihnen enthaltene Luft mit, wodurch die Bezeichnung Kopfstimme ge
tigt wird.

Je nach der Grösse des Kehlkopfes ist der musikalische Stimmum
schieden. Gewöhnlich beträgt er zwei bis zwei ein halb Oktaven. Die
stimme liegt höher als die Männerstimme. Der Bass geht, nach der Ha
schen Bezeichnung, gewöhnlich von E (80 Schwingungen in der Sekund
(342); der Tenor von c (128) bis c^{II} (512); der Alt von f (171) bis
der Sopran von c^{I} (256) bis c^{III} (1024). Der Gesammtumfang der men
Stimme umfasst danach beinahe 4 Oktaven. Diese Grenzen werden
nur durch die Fistelstimme, sondern auch noch in vielen Fällen durch d
stimme überschritten. Die Töne zwischen c^{I} bis f^{I} haben alle Stimmen
schaftlich, aber mit sehr verschiedener Klangfarbe.

Die Sprechstimme.

Während die Töne allein mit Hülfe der Stimmbänder erzeugt werden
bei der Erzeugung der Geräusche und Töne, aus denen die Sprache best
die Mundtheile mit, in manchen Fällen bei der flüsternden Sprache sie al
einzelnen Sprachgeräusche, Laute oder Buchstaben werden sowohl
ein- als ausströmende Athemluft erzeugt, während die beweglichen Theile d
höhle — in manchen Fällen auch der Nase, die Lippen, die Zahnreihen
Kiefern, die Zunge, der Gaumen bestimmte Stellungen eingenommen ha
der Mehrzahl der Fälle hat die Sprache einen Klang, sie ist laut, weil au
Mundorganen auch die Kehlkopforgane, besonders die Stimmbänder mit
erzeugung benützt werden. Doch kann unter Umständen der Stimmapp
unthätig bleiben: die Flüstersprache ist bei weit geöffneter Stimmritze, b
ziehen der Luft möglich, wobei die Stimmbänder nicht in Schwingungen

Die einzelnen Komponenten der Sprache: die Laute untersche
dadurch, dass die einen, die Konsonanten, reine, undefinirbare G
sind, während die anderen, die Vokale, den Charakter von Klänger
Diese werden bei der Flüstersprache in der Mundhöhle selbst producirt,
lauten Sprache mischen sich denselben noch in den Stimmwerkzeugen
gebrachte bei. Doch üben auch hiebei die eigentlichen Sprachwerkzeuge
stimmenden Einfluss aus, sie charakterisiren den Laut; es können alle
demselben Ton, jeder in den verschiedensten Tönen, gesprochen und
werden, ohne dass sie ihre Erkenntlichkeit einbüssen.

Das menschliche Stimmorgan unterscheidet sich darin von den gew
Zungenpfeifen vor allem, dass demselben ein in seiner Gestalt verän
Ansatzrohr, Resonanzrohr angefügt ist, die Mundhöhle, welche je nach d
die sie annimmt, einzelne Töne des Instrumentes verstärkt oder schwächt.

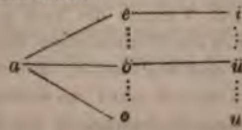
dass der Mund für die verschiedenen Vokale verschieden abgestimmt sei, folgender Methode.

n der Flüstersprache werden die Vokale dadurch erzeugt, dass die in verschiedene alt gebrachte Mundhöhle durch den In- oder Exspirationsluftstrom angeblasen wird. dadurch erzeugten Geräusche lassen eine bestimmte Tonhöhe erkennen (DONDERS, WIL- die bei verschiedenen Personen auffallend gleich bleibt. Nach der Methode von HELM- können diese Töne, die Eigentöne der Mundhöhle je nach der verschiedenen Stellung Mundtheile durch Mittönen gefunden werden, indem man angeschlagene Stimmgabeln den Mund hält, der zur Aussprache eines Vokales gestellt ist. Trifft man die Stimmgabel, en Grundton mit dem Tone der Mundhöhle in ihrer bestimmten Stellung identisch ist, wird ihr Ton, verstärkt durch die Resonanz des Mundes, hörbar.

Die Vokale. Nach der Definition von HELMHOLTZ sind die Vokale der menschlichen Stimme membranöser Zungen, der Stimmbänder, deren Ansatzrohr, die Mundhöhle verschie- Weite, Länge und Stimmung erhalten kann, sodass dadurch bald dieser, bald jener lton des Klanges verstärkt wird. Mit Hülfe der Resonanzröhren kann man in tiefen, ig gesungenen Bassnoten bei den helleren Vokalen sehr hohe Obertöne (bis zum 6.) nnen, ziemlich regelmässig findet man die ersten 6—8 Obertöne, aber von wechselnder ke. Bei scharfen und hellen Stimmen ist die Stärke der Obertöne, namentlich der hohen, ser als bei weichen und dumpfen. Scharfe Töne scheinen dadurch zu entstehen, dass Stimmbänder nicht glatt und gerade genug sind, um sich, ohne an einander zu stossen, einer geradlinigen Spalte zusammenlegen zu können. Mit dem Kehlkopfspiegel t man dagegen normal-schwingende Stimmbänder mit einer auffallenden Genauigkeit essen. Bei den Klängen anderer Zungenwerke, also wohl auch bei denen des Kehlkopfes, en ohne Resonanz die Obertöne ihrer Stärke nach kontinuirlich ab. Bei den Vokalen, he mit trichterförmig weit geöffneter Mundhöhle gesprochen werden, bei dem scharfen er *A*, verhalten sich die Obertöne dieser Annahme ziemlich entsprechend. Je mehr die Mundhöhle verengt wird, entweder durch die Lippen oder die Zunge, desto ent- ener kommt ihre Resonanz für Töne von ganz bestimmter Höhe zum Vorschein, und mehr verstärkt sie in dem Klang der Stimmbänder gewisse Obertöne.

estgehalten muss werden, dass bei jedem beliebigen, zur Klangerzeugung verwend- Spannungsgrad der Stimmbänder dem an sich gleichbleibenden Klange derselben Charakter der verschiedenen Vokale durch Veränderung in der Resonanz des Ansatz- s ertheilt werden kann. Derselbe Grundton, dieselben Obertöne werden dabei von dem chlichen Zungenwerke selbst hervorgebracht, die Verschiedenheit des Klanges der auf lbe Note gesungenen oder gesprochenen Vokale rührt nur daher, dass in den verschie- Fällen verschiedene Partialtöne des Klanges von der Resonanz des Mundes verstärkt en sind. Die Tonhöhen stärkster Resonanz der Mundhöhle hängen nur von dem Vokale ür dessen Bildung man die Mundtheile eingestellt hat. Sie wechseln bei kleinen, den kten entsprechenden Abänderungen in der Klangfarbe des Vokales sehr bedeutend. gen findet man im Allgemeinen dieselbe Resonanz bei Männern, Frauen und Kindern. der weiblichen und kindlichen Mundhöhle an Geräumigkeit abgeht, wird durch engeren hluss der Oeffnungen ersetzt.

ie Vokale zerfallen in drei Reihen nach der Stellung der Mundtheile, welche der ältere is-REYMOND folgendermaassen zusammenstellt, indem der Vokal *a* den gemeinsamen angspunkt für alle drei Reihen bildet:



Dem Vokale *A* entspricht eine sich vom Kehlkopf ab ziemlich gleichmässig
erweiternde Gestalt der Mundhöhle. Bei *O* und *U* wird die Mundhöhle vorn mit
verengt, sodass sie bei *U* vorne am engsten ist, während sie durch Herabzie
in ihrer Mitte möglichst erweitert ist, im Ganzen also die Gestalt einer Fla
erhält, deren Oeffnung, der Mund, ziemlich eng ist. Die Tonhöhe solcher Fl
die (meist) nur einen Eigenton mit starker Resonanz erkennen lassen, wird u
weiter die Hohlräume und je enger seine Mündung ist. Bei *U* entspricht der M
dem ungestrichenen *f*. Führt man das *U* in *O* über, so steigt die Resonanz all
b^{I}. Führt man die Mundhöhle aus der *O*-Stellung allmählich durch die zwis
liegenden Mittellaute in das reine norddeutsche *A* über, so steigt allmählich di
eine Oktave bis auf b^{II}. Die zweite von *A* ausgehende Reihe von Vokalen
noch einen zweiten Eigenton. Die Lippen werden so weit zurückgezogen,
Luftstrom nicht mehr beengen, dagegen tritt eine neue Verengerung auf zwis
deren Theil der Zunge und dem harten Gaumen, während der Raum unmitte
Kehlkopf sich durch Einziehen der Zungenwurzel erweitert, wobei gleichz
kopf emporsteigt. Die Form der Mundhöhle nähert sich dadurch der Form
mit engem Halse. Derartige Flaschen haben zwei deutliche Eigentöne, von
als der des Halses, der andere als der des Flaschenraumes angesehen werden
letztgenannten Vokalen finden wir dem entsprechend einen höheren und ein
sonanzton. Die höheren Töne setzen die aufsteigende Reihe von Eigentön
U, O, A fort, dem Ton *A* entspricht g^{III} bis as^{III}, *E* b^{III} und *I* (mittelst des L
bestimmt) d^{IV}. Schwerer sind die tieferen, den hinteren Abtheilungen der M
gehörenden Eigentöne zu bestimmen. *Ä* entspricht d^{II}, *E* f^{I}, *I* (wie *U*) bei *f*.
ten Vokalreihe, welche durch *Ö* nach *Ü* übergeht, bleibt die Zungenstellu
wie für die vorstehende Reihe. Für *Ü* ist die Stellung wie für einen zwische
legenen Vokal, bei *Ö* die Stellung für *E*, aber ein wenig nach *A* gezogen. A
engerung zwischen Zunge und Gaumen verengern sich aber auch die Lippen
sie sich zu einer Art Röhre formiren, die eine vordere Verlängerung der zw
und Gaumen liegenden Röhre bildet. Die Mundhöhle stellt also Flaschen mit
Halse dar als bei der zweiten Vokalreihe. Die Tonhöhe des höheren dem Fl
gehörenden Eigentons wird dadurch etwa um eine Quart vertieft, für *Ö* cis^{III},
as^{III}. Die schwerer zu bestimmenden tieferen Eigentöne sind für *Ö* wie für *E*
für *I f*.

Der Zugang zu den Choanen muss dem Luftstrome bei der Bildung der Vo
sein, sie nehmen sonst einen näselnden Charakter an. Der Verschluss ge
Hebung des Gaumensegels, welche die Choanen verschliesst. Am wenigsten
schieht dies bei *A*, dann folgt *E, O, U, I*.

Nach dem Gesagten ist es verständlich, warum die Vokale am charakteristis
Noten gesungen werden können, die einen Oberton haben, welcher mit dem
Eigenton des Vokales harmonisch ist. Die Diphthongen sind Mischlaute,
einander gesprochene Vokale, also aus zwei Klängen zusammengesetzt. Die
geht dabei rasch aus der für den ersten in die für den zweiten Vokal über.

Die Konsonanten sind, wie schon angegeben, mehr oder weniger reine Gerä
Erzeugung ist analog der der flüsternd gesprochenen Vokale unabhängig von d
und erfolgt dadurch, dass der zum Sprechen verwendete Luftstrom die verschie
und Mundtheile, bei verschiedenen Mundstellungen in nicht tönende Schwingun
Einige Konsonannten *M* und *N* und *N* durch die Nase gesprochen sind keine
räusche, sondern nur Modifikationen des Stimmklanges durch die Eigentöne der
den verschieden gestellten Mund- und Nasenhöhle. Man unterscheidet Lippen-
und Gaumenbuchstaben, je nach dem Ort, an welchem die Geräusche geb
Stets sind die Stellen, an denen die Buchstaben in der Mundhöhle entstehen,

nannten »Thoren«. Das Lippenthor für Bildung der Lippenbuchstaben: *p, b, f,* *v, m* wird entweder durch beide Lippen gebildet oder durch die Unterlippe und obere e der Schneidezähne. Das Zungenthor für Bildung der Zungenbuchstaben: *t, d, s* arf), *s* (weich), *l, n, r* wird durch die Zungenspitze und vorderen Theil des harten Gau- s oder Rückseite der oberen Schneidezähne gebildet. Zungenwurzel und weicher Gau- bilden das Gaumenthor für die Gaumenbuchstaben: *k, g, ch, j, r* (im Rachen aus- rochen). Dadurch dass die vorher geschlossenen Thore plötzlich gesprengt oder die er offenen plötzlich geschlossen werden, entstehen die sogenannten Explosivlaute llen drei Thoren: *p, t, k.* Geschieht die Oeffnung und Schliessung mehr allmählich, so den die Laute weicher: *b, d, g.* Strömt die Luft allmählich durch die verengten Thore, ntstehen wieder andere Geräusche: *f, v, s* (scharf), *ch.* Geschieht Letzteres unter Mit- n der Stimme, so entstehen *w, s* (weich), *l, j.* Ist das Thor verschlossen und entweicht Luftstrom unter Mittönen der Stimme durch die Nase: *M, N*; öffnet und schliesst sich Thor abwechselnd während des Durchströmens der Luft, so wird das *R* gebildet, das eder an dem Zungen- oder Gaumenthor entsteht, je nach dem Dialekt oder der persön- n Sprechgewohnheit. Die zusammengesetzten Konsonanten entstehen analog zusammengesetzten Vokalen durch rasche Kombination der verschiedenen Mundstel- en, sodass man in ihnen stets Doppelkonsonanten bekommt.

sser den Geräuschen der Konsonanten können auch noch eine Reihe anderer in der l- und Rachenhöhle erzeugt werden, die aber nicht zur Sprachbildung als Laute benutzt en. Es werden nur diejenigen dazu benützt, deren Verbindung mit einander leicht ist. Sprache enthält eine gewisse Anzahl dieser möglichen Laute, und es entstehen dadurch teristische Unterschiede in den einzelnen Sprachen, dass jede gewissen Klassen dieser oder einzelne derselben vorzugsweise, andere sparsam oder gar nicht anwendet. Es sich den Buchstaben analoge Geräusche, welche in der Sprache nicht, wohl aber zu en Bezeichnungen von Gefühlen, z. B. Schreien, benützt werden; man könnte sie im satz zu der erlernten die natürliche Stimme nennen. Unter den möglichen konsonan- eräuschen, die zur eigentlichen, erlernten Sprache nicht benützt werden, kommen hl explosive als anderweitige kontinuirliche Geräusche vor: das Schmatzen, Gurgeln, ern, Hemsen, Aechzen, Küssen, Niesen, Stöhnen, Schlürfen, Schnalzen mit der Zunge. chnalzlaute kommen bei den Hottentotten in der Sprache vor, sowie bei anderen afri- chen Völkerschaften. Auch sie werden hie und da zur Bezeichnung von Gemüthsstim- en allein benützt, analog dem Schrei.

ne richtige Sprache setzt eine normale Bildung der Mundhöhle voraus, ein m Gaumen z. B. macht die Sprache näselnd, da nun ein Theil der Luft auch durch se entweichen kann. Durch Ungewandtheit und Unbeweglichkeit der Zunge ent- das Stammeln. Die Bildung richtiger Laute setzt das Vermögen des Hörens voraus. eborene lernen nur schwer eine Art von Lauten ziemlich roher Art hervorzubringen. ubstummen ist die Stummheit Folge des mangelnden Gehöres. Wenn ihnen durch Mühe Artikulation gelehrt wurde, so bleibt ihre Sprache doch eine Art Geheul, da sie egulators durch das Gehör entbehren. Das Sprechen setzt auch die normale Funktion ehirnes, Verstand, voraus. Blödsinnige haben keine Sprache, die Laute, die sie arti- n, haben keine Bedeutung. Nur dadurch, dass der Laute Artikulirende einen bestimmten mit den Worten verbindet, eine bestimmte Bedeutung in die Reihenfolge der Worte werden die artikulirten Laute zur Sprache. Ein Vogel kann Worte aussprechen, aber er t nicht. Die Sprechwerkzeuge stehen in ganz eigenthümlichen Beziehungen zu dem organe; es können die Bewegungen der Zunge nach Hirnverletzungen noch vorhanden sodass das Schlucken möglich bleibt, während die Sprache, das Vermögen zu spre- verloren ist.

r Entwickelungsgeschichte. — Die Fähigkeit, Stimme zu bilden, ist eine nach den ver- denen Altern verschiedene. Im Fötus und neugeborenen Kinde ist der Kehlkopf ver-

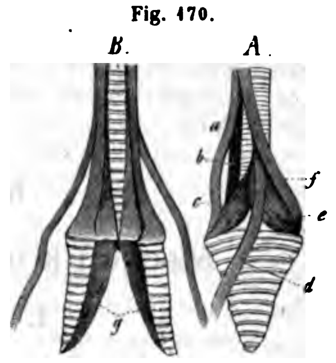
hältnissmässig sehr klein, der Schildknorpel ist noch rund und macht keinen
Halse. Es sticht diese geringe Entwickelung sehr ab gegen die verhältniss
welche die Esswerkzeuge: das Zungenbein, die Zunge schon erkennen la
Schildknorpel noch wenig ausgebildet ist, so sind natürlich die Stimmbänder
die Knorpel selbst sind noch sehr biegsam. Erst mit Eintritt der Mannbarkeit
die Gestalt und Grösse des Kehlkopfes wesentlich. Die Entwickelung der Ge
veranlasst eine Ernährungszunahme in mehreren Organen, so auch in dem K
Dimensionen nehmen plötzlich zu. Es entsteht damit nothwendig eine Verä
Stimmlage, da sich die Stimmbänder nicht unbedeutend verlängern: der
Die Alt- oder Sopranstimme des Knaben verwandelt sich in den männlichen B
Auch bei Mädchen findet sich ein analoger Vorgang, doch von etwas geringe
Bei Kastraten, welche vor der Geschlechtsentwickelung entmannt wurden,
wechsel nicht ein, die Stimme bleibt dann hoch, ja selbst höher als der Sopr
Die Aussprache der Kinder ist von der der Erwachsenen sehr verschieden, d
liegt in der Verschiedenheit der Sprachorgane. Die Zähne sind klein, od
theilweise oder ganz; die Zunge ist verhältnissmässig gross, die Lippen lä
wäre, die geschlossenen Kinnladen zu bedecken, die Nasenhöhlen sind noch
men entwickelt. Aehnliche Veränderungen: Mangel der Zähne, Länge de
sich auch im Greisenalter wieder ein, die das Sprechen erschweren, sodass d
Greises sich wieder der kindlichen nähert. Die allgemeine Muskelschwäc
zeigt sich auch bei der Lautbildung und Sprache. Die Stimme ist schwac
brochen, ebenso der Gesang, es fehlt den Muskeln an Kraft, langdauernde
auszuführen.

Beobachtungsmethoden. — Kehlkopfspiegel. — Zur Beobachtung der
lebenden Stimmbänder bei der Stimmbildung dient der Kehlkopfspiegel
MAK, TÜRCK). Er besteht aus einem kleinen an einem Griffe befestigten Met
man um das Beschlagen zu verhüten, erwärmt in den Mund einführt und d
dem Kehlkopfeingang unter einem Winkel von 45° festhält. Der Beobacht
Auge gleichsam zum Ausgangspunkt concentrirten Lichtes, indem er durch
durchbohrten Spiegel, der das Licht einer hellen Lampe in den weit geöffn
Beobachteten und auf den dort befindlichen Kehlkopfspiegel wirft, das Bild der
in letzterem beleuchtet. Der Beobachtete muss dabei die Zunge möglichst
Munde herausstecken. Die ersten grundlegenden Beobachtungen über die
Stimmbänder wurden besonders von J. MÜLLER theils an Modellen, theils a
mittelst Vivisektionen, oder vor allem an todten Kehlköpfen angestellt, bei
Muskelwirkung im Kehlkopf durch entsprechend angebrachte Fäden (HARLES
welche über Rollen laufend durch Gewichte gespannt werden konnten. Ein
der eigene Mund diente zum Anblasen.

Zur vergleichenden Anatomie der Stimmwerkzeuge. — Bei den Säugethieren ist
im Allgemeinen dem menschlichen analog gebildet, bei einigen Affen mit be
Stimme kommen noch besondere Resonanzorgane hinzu. Hierher gehört der so
sack des Orang-Utang zwischen Schildknorpel und Zungenbein, solche häufig
sich auch bei dem Mandrill, Pavian, dem Makaken (CUVIER). Am stärksten
rende Apparat bei dem amerikanischen Heulaffen Mycetes entwickelt. Zu
Schildknorpel, auch der Kehldeckel sind aufgetrieben, von den Ventrikeln
Seitensäcke aus, zu denen noch Sacci laryngopharyngei kommen. Auch d
Amphibien entsteht im Kehlkopf, Frösche und Krokodile haben Stimmbän
gehen dagegen die Töne der Stimme von festen schwingenden Knorpelstäben aus
Ende in dem grossen Kehlkopf befestigt bei dem Anblasen wie angeschlagene
oder feste Zungen in Schwingungen gerathen (MAYER, J. MÜLLER). Auch
haben Stimme, ohne dass man die betreffenden Organe genau kennt, das
wohl meist von der Schwimmblase aus, die zu diesem Zwecke reichliche Mus

mmorgan der Vögel, der untere Kehlkopf, sitzt im Gegensatz zu dem der der Theilungsstelle der Luftröhre. Es wird in den meisten Fällen schon äusser- die Verschmelzung mehrerer Luftröhren- er »Trommel« angedeutet. Der letzte dieser et vorn und hinten einen Vorsprung, meist Vorsprünge durch einen knöchernen Quer- eiste) verbunden. Dadurch wird das Ende are in zwei Theile getheilt. Der Steg geht hinten bogenförmig nach abwärts und hält imhautfalte, Membrana tympaniformis in- in einem Rahmen ausgespannt. Eine andere utfalte, Membrana tympaniformis externa, h meist zwischen dem letzten Tracheal- und ı Bronchialring aus, sie springt bei Annähe- tinge erschlafft nach innen vor. Diese bei- mhautfalten fungiren als Stimmbänder, die ist doppelt; bei den Singvögeln kommt dritte Falte, die sich vom Stege erhebt, er Spannungsgrad der Ränder der Stimm- n, die Weite der Stimmritzen wird durch dere Muskulatur bestimmt. Bei den Sing- et sich ein aus 5—6 Muskelpaaren gebildeter Singmuskelapparat.

Fig. 170.



Unterer Kehlkopf. Singmuskelapparat des Raben. *A* von der Seite, *B* von vorne gesehen. *a*—*f* Muskeln zur Bewegung des unteren Kehlkopfes. *g* Membrana tympaniformis.

Neunzehntes Kapitel.

Mechanik und Chemie der Muskeln.

I. Mechanik der Muskeln.

Allgemeine Wirkungsweise der Muskeln und ihr Bau.

Die Bewegungsmöglichkeit des menschlichen Organismus ist durch d ren Gerüsttheile des Skeletes gegeben, dessen mechanische Einrichtung lungsveränderungen der einzelnen Knochen gegen einander erlauben oder v

Es ist nicht unmöglich, die an dem menschlichen Körper zur Ers kommenden Lokomotionen und Bewegungen allein mit Berücksichtig Skeleteinrichtungen zu verstehen. In unserer Darstellung dieser Ver stiessen wir dabei jedoch vielfältig auf die Nothwendigkeit, äussere auf d chengerüste einwirkende Kräfte zur Erklärung der Bewegungen zu H nehmen. Die Kraftwirkungen, denen wir dabei begegneten, beschränk auf Stellungsveränderungen der Gelenke gegen einander und waren der sache nach als Streck-, Beug- und Rollbewegungen zu bezeichnen. W so bei dem Mechanismus des Gehens z. B. das Fortstossen des Rumpfes i horizontalen Linie auf ebenem Boden durch die aktive Wirkung zweier schiedener Richtung gekrümmter Gelenke hervorgebracht; das Pendeln d siven Beines wurde durch eine aktive Beugung in den Gelenken und di gegebene Verkürzung des Beines ermöglicht.

Wir werden somit bei der Betrachtung der Mechanik der Bewegun menschlichen Körpers dahin geführt, nach den die passiven, starren Mass theile aktiv bewegenden Kräften und ihrer Wirkungsweise zu fragen.

Bei der Zergliederung des Menschenleibes stossen wir auf eine enorm zahl massiger, roth gefärbter, elastischer Bänder, welche von der verschie Form und Grösse sich in sehr verschiedenen Richtungen mit den Knoche bunden zeigen: es sind die **Skeletmuskeln**, welche beinahe die H etwa 45 % der gesammten Masse des Körpers ausmachen, und die Mehrz Knochen fast vollkommen in ihre Fleischmassen einschliessen. Sie sind die lich aktiv bewegenden Organe, in ihren Eigenschaften, in ihrer Anordnung wir alle die Momente realisirt, welche zu den ausgiebigen Bewegungen, zweckmässigen Stellungsveränderungen der Knochen gegen einander nöthi welche wir im vorstehenden Kapitel im Allgemeinen kennen gelernt haben

e Muskeln entfalten dadurch ihre Wirksamkeit, die eine Bewegung der ıentheile hervorruft, dass sie unter bestimmten Verhältnissen einer wesent- 3estaltsveränderung, der Kontraktion, fähig sind, welche sich im Gan- ein Kürzer- und Dickerwerden charakterisiren lässt. Alle Muskeln sind ıde sich zusammenzuziehen, zu kontrahiren, sich in ihrer Längsrichtung ürzen, wobei sie in der Querrichtung (Dicke) anschwellen, sodass das etwa dasselbe bleibt (nach Valentin, Schmulewitsch u. A. wird es etwas ert). Dadurch, dass der Muskel abwechselnd in den verkürzten und wieder verlängerten (nicht verkürzten) Zustand überzugehen vermag, können hn abwechselnde Bewegungen der durch Gelenke verbundenen Skeletab- hervorgerufen werden.

e Anordnung der Muskeln ist stets eine solche, dass sie nur an ihren bei- den — dem Ursprung und Ansatz — an Knochen befestigt sind, doch in , dass sie dabei stets ein, seltener zwei Gelenke überspringen. Sie ıdeln dadurch die Knochen in Hebel. Die Mehrzahl dieser Hebel sind ige, d. h. der Angriffspunkt des Muskels, der Kraft befindet sich auf der- Seite des Drehpunktes wie der Angriffspunkt der Last. Meist liegt der spunkt des Muskels dabei dem Drehpunkt des Hebels sehr nahe, sodass ıskelhebelarm weit kürzer ist als der der Last, wodurch für die Hebung nissmässig schwerer Lasten ein bedeutenderer Kraftaufwand nöthig wird ımgekehrten Falle. Die Hebung der Lasten kann dafür im Gegensatze mit grösserer Geschwindigkeit ausgeführt werden, die Knochen werden durch skeln in sogenannte Geschwindigkeitshebel verwandelt. Die rasche Be- keit des Körpers wird durch diese Art des Ansatzes in hohem Maasse rt.

Allgemeinen lässt sich die Wirkungsweise der Muskeln auf ihre Hebel als linearen Zugkraft auffassen. Wir können zum leichteren Verständnisse kungsweise eines bandartigen Muskels uns diesen reducirt denken auf e, welche die Ansatzpunkte mit einander verbindet. Die Wirkung findet ıer in der Art statt, dass durch die Verkürzung dieser Linie der Ansatz- des Muskels an einem beweglichen Hebel, dem Ursprungspunkte, einem entweder absolut festen oder durch anderweitige Einwirkungen llenden Theile des Skeletes sich findet, genähert wird.

Wirkung einer solchen linearen Zugkraft wird vor allem nach den mecha- Gelenkeinrichtungen modificirt werden müssen; alle Hemmungsmecha- die wir an den Gelenken kennen gelernt haben, kommen bei den einzel- nkstellungen zur Wirksamkeit; überdies werden sich die Wirkungen ch modificiren nach der Richtung, unter welcher die Zugkraft angreift. wir uns zuerst ein einfaches Scharniergelenk, auf welches eine lineare einwirkt. Es lässt ein solches Beugung und Streckung in zwei ein- ıtgegengesetzten Richtungen zu, deren Ausgiebigkeit durch die speciel- nkeinrichtungen beschränkt wird. Die Muskeln laufen zum grossen n Knochen parallel. Denken wir uns das Gelenk gestreckt, sodass beide h verbundenen Knochen in einer geraden Linie mit einander liegen, und ın eine Zugkraft in Wirksamkeit treten, die die Knochen gegen einander wollte, so sehen wir auf den ersten Blick, dass unter Umständen die tkraft nicht zu einer Stellungsveränderung der Knochen gegen einander,

sondern nur zur Zusammenpressung der Gelenkenden verwendet werden der Muskel zieht ja in der gegebenen Richtung der Knochen, diese also s gegen einander. Anders wäre es, wenn die Zugkraft nicht parallel mit d chen, sondern unter irgend einem Winkel auf sie wirken würde. Wir kö den Fall denken, dass dann gar kein Zusammenpressen der Gelenk Stande käme, dass alle Kraft zur Stellungsveränderung verbraucht werde Sind die Knochen einmal etwas gegen einander gebeugt, so leuchtet es dieser zweite gedachte Fall immer mehr und mehr zur Wirksamkeit kon

Aus dieser Ueberlegung geht sogleich einfach hervor, wie versch Muskelwirkung je nach den schon eingeleiteten gegenseitigen Stellung bewegenden Knochen ausfallen muss. Zu Anfang einer Bewegung au streckten Lage in die gebeugte und umgekehrt zu Ende einer Umwandl Beugung in eine Streckung wird die Hauptmasse der Kraft zum Zusamm der Gelenkenden, am Ende der Beugebewegung, am Anfang der Streckb wird sie zur Stellungsveränderung der Knochen benützt.

In der Natur ist der Muskelansatz an den Knochen stets in der A cirt, dass ein wirklich paralleles Angreifen der Zugkraft nicht eintret Die Muskeln setzen sich nämlich stets an Knochenvorsprünge an oder ge solche vor ihrem Ansatz weg, sodass diese als Rollen wirken und de wesentlich verbessern, wodurch sogleich ein ansehnlicherer Theil der wirkung eine Stellungsveränderung des Gelenkes veranlasst.

Nach den gegebenen Gesichtspunkten lässt sich das Resultat jeder M kürzung auf das Skelet leicht anschaulich machen. Es finden sich viele die so angeordnet sind, dass bei ihrer gleichzeitigen Kontraktion das be Gelenk keine Stellungsveränderung eingeht, man nennt solche Muskeln gonisten, sie paralysiren sich gegenseitig in ihren Wirkungen.

Die Bewegung in reinen S c h a r n i e r g e l e n k e n ist stets nur Beu Streckung, also Drehung um die Gelenkaxe. Bei den K u g e l g e l e n k e Beweglichkeit eine weit vielseitigere. Doch lassen sich auch ihre Stellungs rungen auf Beuge- und Streckbewegungen reduciren, wenn wir uns d Drehpunkt des Gelenkkopfes nach verschiedenen Richtungen lineare Ax denken. Um diese Axen lassen sich dann Beugungen und Streckungen ren, die in ihrem Zustandekommen sich nicht wesentlich von denen in Sc gelenken unterscheiden. Nur durch die Anzahl der Axen wird das Be komplicirteres. Analog ist es bei allen anderen wahren Gelenkformen, mehr den Scharnieren oder mehr den Kugelgelenken anschliessen. Die Muskelwirkung ist stets die gleiche.

Ihrem gröberen B a u nach sind die Muskeln aus der eigentliche Fleischmasse, die aus Längs- oder Querbündeln besteht, zusammenges einzelnen Bündel werden durch, manchmal Fettzellen enthaltendes, Bind zusammengehalten (Fig. 172, 173). Das Bindegewebe ist hier wie an all der Träger der Blutgefässe, deren gröbere Verbreitung in den Muskeln k rakteristischen Eigenthümlichkeiten zeigt. Die Fleischbündel selbst mikroskopisch aus jenen uns bekannten Muskelprimitivbündeln oder schläuchen, die in ihrem zähflüssigen Inhalt eine Querstreifung erkenn (Fig. 174), (Fig. 17, S. 18). Auch diese letzten Muskelelemente, wel fältig von der Länge des ganzen Muskels sind, manchmal mit ziemlich

gen, ehe sie das Ende des Muskels erreicht haben, sind in zartes Binde-
gekittet; in diesem verzweigen sich die letzten Muskelkapillaren
elmässiger Weise.
netz besitzt recht-
hen, deren längere
ängsaxe des Mus-
bündels parallel
175). Die kür-
ngslaufenden Ge-
uer mit einander
en Kapillaren,
krecht auf der
der Primitivbün-
nterscheidet man
und quergerich-
aren, welche ein
hr feines Netz von
arstellen, das von
deren Kapillarge-
Regelmässigkeit
wird und die mi-
hen Muskelelemente ziemlich reichlich mit Blut versorgt. Die Muskel-
gehören zu den feinsten des ganzen Körpers, sie sind von 0,002 bis
eit.

Fig. 172.



Querschnitt des menschlichen Biceps brachii. *a.* Die Muskelfäden; *b.* Querschnitt eines grösseren Gefässes; *c.* eine Fettzelle in einem grösseren bindegewebigen Zwischenraume; *d.* Haargefässdurchschnitte in der dünnen Bindegewebsschicht zwischen den einzelnen Fäden; *e.* die Kerne derselben, dem Sarcolemma anliegend.

Fig. 173.



Von Fettzellen durchwachsener menschlicher Muskel. *a.* Muskulöse Fäden. *b.* Reihen der Fettzellen.

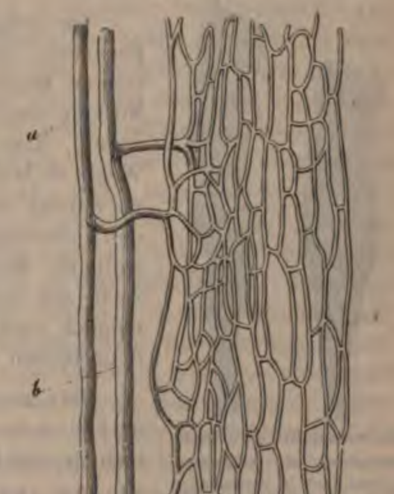
Fig. 174.

1. 2.



äden, vom Proteus 1, und Schwein 2, bei
rgrösserung (ersterer Alkoholpräparat, letz-
gsäure von 0,01% behandelt). *a.* Fleisch-
helles Längsbindemittel. Bei *a* sind die
nts von einander entfernter und das Quer-
bindemittel sichtbar. *c.* Kern.

Fig. 175.



Kapillargefässe der Muskeln, 250 mal vergr. *a.* Arterie, *b.* Vene; *c.* Kapillarnetz.

fuskeln selbst laufen an ihren
den in die Sehnen und Fas-
, mit denen sie vom Knochen
n und sich an ihm ansetzen.
tehen aus festem, elastischem
ebe und sind im mechanischen
hts Anderes als zähe, wenig

dehnbare Stränge, welche den breiten Querschnitt des eigentlichen, fle Muskels auf einen weit kleineren zurückführen, wodurch es möglich wi voluminöse Muskelmassen in ihrer Wirkung auf sehr kleine Ansatzstellen schränken. Zugleich übertragen sie, wenn sie eine bedeutendere Länge wie bei den die Hand und den Fuss bewegenden Muskeln, die Muskel entferntere Punkte. Durch ihr geringes Volumen sind sie besonders da v wo es wie bei den Fingern nothwendig war, die Skeletgrundlage de nicht durch Muskelmassen zu umhüllen, um den Organen eine gering ausdehnung zu geben, die ihre Beweglichkeit möglichst wenig beschrän durch, dass sie, wie schon erwähnt, vor ihrem Ansatz über Knochenr ähnlich wirkende Vorsprünge hingehen, modificiren sie in zweckentsp Weise die primäre Zugrichtung der Muskeln. Ihre Zugrichtung wird noch überdies durch die festen Sehnenscheiden, durch welche sie hindu die ihnen eine unveränderliche Lage anweisen. Die Bewegung in den wird durch ihren inneren Synovialüberzug, durch die zähe Flüssigkeit die Wände glatt und schlüpfrig erhält, der Gelenkschmiere analog, oh Reibung ermöglicht.

Im Gegensatz zu den Sehnen übertragen die breiten Fascien die M kung auf breite Flächen. Theilweise dienen sie auch zur Vervielfältigung satzpunkte der Muskeln.

Die Muskelprimitivschläuche gehen, wie sich erwarten lässt, nicht die Sehnen über. Sie endigen am Sehnenansatz blind; nur das Sarcole das Bindegewebe zwischen den Muskelbündeln das Perimysium, steht in direkter Kontinuität Sehne.

Fig. 176.



Zwei Muskelfäden (a, b) nach Behandlung mit Kalilauge. Der eine noch in Verbindung mit dem Sehnenbündel (c), der andere von demselben (d) abgelöst.

Die Sehnen sind so wenig dehnbar, dass sie Beziehung im Gegensatze zu den Muskeln noc starren Maschinentheilen, an welchen die Zug Muskeln angreift, gezählt werden müssen. Sie es mit, dass die Muskelkraft, welche überall i Weise in Wirksamkeit tritt, in zweckentsprech verwendet werden kann. Sie sind in dieser den Uebertragungsbändern und Seilen analog, Hülfe die Mechanik die rohe Kraft ihrer Dampfm z. B. auf entferntere Plätze überträgt, wodurc möglich wird, dieselbe Kraft zur Bewegung der denartigsten Maschinen zu verwenden.

Die mechanischen Grundbedingung auf welchen die Leistungen der Musk ruhen, sind vor allem zwei:

Die aktive Beweglichkeit des Muskels, se traktionsvermögen;

die passive Beweglichkeit desselben, sei sticität.

Die Elasticität und Dehnbarkeit der ruhenden Muskeln.

die Knochen allseitig von Muskeln umgeben sind, so würde, voraus-dass die Muskeln im ruhenden Zustande nicht dehnbar wären, keine Be-g stattfinden können. Es ist die Grundbedingung für die Ausführung von ngseffekten von Seite eines aus der Zahl der den Knochen umlagernden n, dass die übrigen ruhenden Muskeln dehnbar seien, um sich der Ver-ng der Stellung der Knochen gegen einander anzupassen.

e Muskeln besitzen diese Eigenschaft in hohem Grade, sie sind aber nicht r dehnbar, sondern auch ebenso elastisch (E. Weber). Wenn man an bensfrischen, ausgeschnittenen, längsfasrigen Muskel ein Gewicht anhängt, t er sich sehr bedeutend aus, kehrt aber nach dem Aufhören der Wirkung nenden Kraft wieder vollkommen zu seiner ursprünglichen Länge zurück. leuchtet ein, dass mit dieser grossen Elasticität des Muskels eine bedeu-rbeitsersparung im Organismus gegeben ist. Bei der aktiven Bewegung skeln werden ihre Antagonisten stark gedehnt. Die Rückführung der aus uhelage gebrachten Knochen in diese erfordert nun der Elasticität der n wegen keinen weiteren Kräfteaufwand; sie wird neben der Wirkung were lediglich durch die elastische Wirkung des gedehnten Muskels er-der seine natürliche Länge wieder anzunehmen strebt, sobald der dehnende hlässt.

Wirkung eines dehnenden Zuges auf den Muskel, z. B. das Anhängen ichten an einen ausgeschnittenen Muskel ist der Zeit nach verschieden. r Muskel belastet wird, dehnt er sich momentan sehr bedeutend aus, aber h und nach nimmt er die vollkommene Verlängerung an, die der angewen-ugkraft entspricht. Man kann sonach eine starke momentane Anfangs-ng und eine weit geringere und später eintretende Schlussdehnung eiden. Analog ist die Wirkung der elastischen Kräfte, welche den Mus-dem Nachlassen des Zuges wieder zu seiner natürlichen Länge zurück-Der Muskel verkürzt sich zuerst sehr rasch und dann sehr allmählich, r erst nach Verlauf einer längeren Zeit seine Verkürzung vollendet hat. verhalten sich alle organischen Körper, z. B. Seidenfäden. Ebenso wie en nimmt die Dehnbarkeit des Muskels ab, wenn er schon eine Ausdeh-litten hat. Das doppelte oder dreifache etc. Gewicht dehnt ihn nicht um elte oder dreifache etc. Länge. Ein gleiches Gewicht bringt eine um so e Dehnung hervor, je mehr der Muskel bereits gedehnt ist. Ueber ein tes Maximum ist der Muskel nicht mehr dehnbar, er zerreisst dann end-nn die Zugkraft noch bedeutender gesteigert wird. Er verhält sich qua-benso wie die elastischen Bandapparate der Gelenke, welche, nachdem sie nung bis zu einem gewissen Grad erlitten haben, nun sich jeder weite-dehnung starr widersetzen. Doch ist quantitativ die Ausdehnbarkeit des eine weit grössere als die der Bänder, Sehnen und Kapselmembranen.

eutsamer als diese Verhältnisse, welche wir eben besprochen, ist die welcher die eigene Elasticität des Muskels zur Arbeitsersparung bei sei-traktion verwendet ist. Die Muskeln sind im lebenden Körper so e Knochen befestigt, dass sie dadurch etwas über ihre iche Länge gedehnt werden; so kommt es, dass sie bei dem

Lostrennen von ihren Ansatzpunkten etwas zurückschnellen, dass die wunden klaffen. Der wesentliche Vortheil dieser Anordnung besteht d bei der eintretenden Kontraktion keine Kraft und Zeit für die Anspa vorher schlaffen Muskels verloren geht, sondern dass durch sie sofort Be in den betreffenden Knochen eingeleitet werden können.

Die Kontraktilität des Muskels.

Noch weit wichtiger als seine Elasticität ist die aktive Kont des Muskels, die Eigenschaft, welche ihn zur Arbeitsleistung befähigt. gang ist schon im Allgemeinen charakterisirt. Das Kürzer- und Di des Gesammtmuskels lässt sich auch an seinen einzelnen Primitivcylin weisen. Während der Ruhe sind diese an ausgeschnittenen Muskeln i gebogen oder geschlängelt, reizt man sie unter dem Mikroskop auf e Wege zur Zusammenziehung, so sieht man sie sich sehr plötzlich gera unter Verminderung ihrer Länge und Vergrösserung ihres Querschn Weber beobachtete, dass dabei die Querstreifung deutlicher und s scheine, indem die einzelnen Disdiaklastenreihe, die Querstreifen näher rücken. Die doppeltbrechenden Fleischtheilchen, die man als Disdiaklasten bezeichnen kann (Fig. 174), welche nach B wieder aus Disdiaklasten kleinster Grösse zusammengesetzt sind, wer und breiter. Die Verkürzung, welche der Muskel dabei erleidet, ist mum um $^5/_6$ der Länge des ruhenden (Weber).

Es ist leicht einzusehen, wie durch eine derartige Verkürzung A stet werden kann. Sehen wir von der normalen Verbindung der M den Knochenhebeln ab und denken wir uns einen solchen ausgeschnitte Ende aufgehangen, am anderen mit einem Gewichte belastet, das auf Weise an ihm befestigt wurde, so wird er durch seine Verkürzung d zu heben vermögen und damit im einfach mechanischen Sinne Arbeit l sich als Produkt des gehobenen Gewichtes und der Hubhöhe ausdrüc d. h. wenn p = der Last, h = der Hubhöhe, so würde die Arbeit = Es leuchtet ein, dass schon das Heben des Gewichtes des unbelastet selbst auf die Hubhöhe als Arbeit zu bezeichnen ist, die zur geleist addirt werden muss, um die Gesammtarbeit des Muskels bei dem Hebe wichtes zu finden. Es ergiebt sich leicht aus der Anschauung, dass di Grösse das Produkt des Muskelgewichtes = P mit der halben Hubhöhe Wir bekommen somit für die geleistete Gesammtarbeit die Formel:

$$\frac{P\,h}{2} + p\,h = \left(\frac{P}{2} + p\right) \cdot h$$

Bei Hebung von grossen Lasten kann das Muskelgewicht vernachlä den, man hat dann für die Arbeit die einfachere Formel: $p\ h$.

Jeder Muskel ist aller möglichen Grade der Verkürzung fähig bis für jeden individuell nach der Stärke seiner Lebenseigenschaften vers Maximum, das er nicht mehr zu überschreiten vermag. Es schwankt d schen 65 und 85 pCt. der Länge des ruhenden Muskels. In dem Körpe Muskeln derart angeheftet, dass keiner das Maximum seiner Verkürzung

n; auch bei der durch die Gelenkeinrichtungen gestatteten grösstmöglichen kürzung beträgt diese immer nur einen kleinen Bruchtheil der natürlichen e des Muskels. Die Muskeln sind überall so nahe an dem Drehpunkte der el, die sie bewegen, angesetzt, dass schon eine geringe Verkürzung das Maxi- n der Drehung, welche die Einrichtung des Gelenkes gestattet, bewirkt. Die egungen werden so mit möglichst geringer Muskelverkürzung ermöglicht.

Der Muskel vermag durch seine Kontraktion verhältnissmässig grosse Widerstände zu erwinden, bedeutende Gewichte zu heben. Doch geht auch diese Fähigkeit nicht über bestimmtes Maximum hinaus. Ist das Gewicht zu schwer, so vermag der Muskel dasselbe nicht zu heben. Weniger schwere Gewichte vermag er zwar noch zu heben, aber auf eine zunehmendem Gewichte stetig abnehmende Höhe. Bei einem für jeden Muskel auszu- birenden Gewichte bleibt, wenn der Muskel im selben Moment belastet und zur Kon- ktion veranlasst wird, Alles in Ruhe. Diese Grösse trägt nach Weber den Namen: abso- le Muskelkraft. Sie ist dem grössten Querschnitt des Muskels proportional. Um ver- chbare Zahlen zu gewinnen, berechnet man sie auf 1 □Cm. Muskel. Für 1 □Cm. des chmuskels beträgt sie etwa 2,8—3,0 Kilogramm (Rosenthal), nach älteren Bestimmungen ähnlich weniger. Henke und Knorz fanden die Grösse der absoluten Muskelkraft des schen im Mittel für die Armmuskulatur zu 8,187 Kgr., für die Unterschenkelmuskeln zu 5,9 Kgr. für je 1 □Cm. Als Arbeitsmaximum müsste man die Summe der Spann- fte bezeichnen, welche der Muskel bei stärkster Reizung und höchster Erregbarkeit ndig werden lassen kann. Das Arbeitsmaximum ist aber in hohem Maasse von der stung des Muskels abhängig, es fällt nach Fick grösser aus, wenn während der Kon- tion die Belastung fortschreitend vermindert wird, wie das bei der Muskelwirkung en Knochenhebeln thatsächlich (S. 616) der Fall ist. Für den Froschmuskel berechnet nach Fick das Arbeitsmaximum von 1 Kilogramm zu 3,3 bis 5,8 Kilogrammeter. giebt an, dass die Kontraktionsstärke mit der Reizstärke von 0 an bis zu einem mum mit konstanter Geschwindigkeit wachse und von da an konstant bleibe. Stei- man die Belastung über das Maass der absoluten Muskelkraft hinaus: Ueberla- ng, so entsteht anstatt einer Verkürzung des Muskels eine Verlängerung, Dehnung lben, die ihren Grund in der eigenthümlichen Eigenschaft des kontrahirten Mus- besitzt, dehnbarer zu sein als der ruhende (Weber). Ein Nutzen dieser Eigenschaft ie Bewegung ist nicht abzusehen. Doch ist sie selbst nicht so ganz unverständlich, n wir bedenken, dass durch die Arbeitsleistung die Lebenseigenschaften des Muskels bgesetzt, ja endlich gänzlich vernichtet werden können. Die normale Elasticität gehört en Lebenseigenschaften des Muskels, welche mit allen anderen durch die Thätigkeit, in e gewisser weiter unten zu beschreibenden Molekularänderungen, beeinträchtigt wird. Wenn man verschieden lange und dicke längsgefaserte Muskeln desselben Organismus auf Leistungen untersucht, so ergiebt sich dafür ein sehr einfaches Gesetz: ein Muskel kann so grössere Lasten auf eine bestimmte Höhe heben, je grösser sein Querschnitt ist; eine immte Last hebt er auf eine um so bedeutendere Höhe, je länger er ist. Das letztere kt aus der Anschauung klar. Bei einem längeren Muskel wird das Maximum seiner Ver- zung einen absolut grösseren Werth besitzen als bei einem kürzeren. Umgekehrt ist der ere Muskel aus einer grösseren Anzahl von Muskelprimitivcylindern zusammengesetzt, die als Einzelkräfte wirken. Je mehr gleichzeitig in Thätigkeit versetzt werden, desto grösser s die daraus resultirende Leistung ausfallen. Die Muskelleistung findet statt während Ueberganges des Muskels aus seinem verlängerten (ruhenden) Zustand in den verkürzten. Helmholtz hat den Vorgang der Verkürzung mit den schärfsten Hülfsmitteln einer ersuchung unterworfen.

Alle Muskeluntersuchungen, die wir bisher genannt haben, sind an quergestreiften, Skelet- skeln, angestellt worden. Ueber die Kontraktion der glatten Muskelfasern te Weber schon früher Untersuchungen angestellt, welche zu dem Resultate geführt

hatten, dass sich die beiden Muskelarten in dieser Beziehung, wie es schien, sehr v den verhalten.

Lässt man einen die Muskeln zur Kontraktion erregenden Einfluss, z. B. einen el Reiz, auf quergestreifte Fasern einwirken, so scheint für das Auge des Beobachter regungszustand des Muskels gleichzeitig mit dem Eintritt der Reizung einzutreten u zu verschwinden, so wie der Reiz aufhört. Anders sind die Verhältnisse bei glatte fasern, z. B. an denen des Darmes. Bei diesen wird die Kontraktion erst eine mer nach dem Beginne der Reizung wahrnehmbar, steigert sich allmählich, dauert Aufhören des Reizes fort und geht allmählich erst wieder in Erschlaffung über. löste die Aufgabe, die scheinbar blitzschnell auf einen momentan einwirkende stehende und vergehende Muskelkontraktion der quergestreiften Fasern, in di Phasen, wie die Kontraktion der glatten Fasern zu zerlegen. Es war von vorneh unwahrscheinlich, dass sich auch in dieser Beziehung nur quantitative Versch bei den beiden Muskelarten finden würden, da ja auch die Histologie keine sch zwischen den beiden Fasergattungen findet, da die glatte, organische Faser durch von Zwischenstufen in die quergestreifte, animale übergeleitet wird. Es war s nehmen, dass sich ebensowenig wie im mikroskopischen Baue in dem physiolo halten absolute Unterschiede zeigen würden.

Das Princip der Untersuchungsmethode, welche Helmholtz anwendete, Befestigt man einen Muskel; der noch im Vollbesitz seiner Lebenseigenschaften ist Gastrocnemius des Frosches, an seinem oberen Ende unbeweglich und stösst unteres Ende einen Stift senkrecht auf die Längenaxe des Muskels und bringt vo des Stiftes eine senkrecht stehende, berusste Glastafel, sodass die Spitze die Ta so wird bei einer Verkürzung des Muskels der gehobene Stift eine senkrechte l Russ einritzen, deren Höhe ein Maass für die eingetretene Verkürzung des Musk kann. Bewegt man die bewusste Glastafel, während der Stift anliegt und der Mus ist mit einer bestimmten Geschwindigkeit vorbei, so wird der Muskel vermittelst tes eine gerade Linie auf der Tafel ziehen. Kontrahirt sich der Muskel währen beiziehens der Tafel, so wird er nicht eine gerade Linie, sondern eine Kurve zeich Vertikalhöhe (die Ordinaten der Kurve) bezogen auf die gerade Linie, die der ru kel gezeichnet hatte (die Abscisse) den Verkürzungsgrössen des Muskels in den ver Momenten der Kontraktionsdauer, deren horizontale Ausdehnung der Zeit, welc Vorüberziehen der Tafel verlief, proportional ist. Kennt man die Geschwindigke cher die Fläche bewegt wird, so dass man angeben kann: die Hälfte, ein Drittel ein beliebiges Stück derselben bedarf zu seiner Vorbeibewegung am Stifte eine Zeit, z. B. 0,1 Minute, so kann man leicht den absoluten Werth eines beliebi der horizontalen Abscisse berechnen.

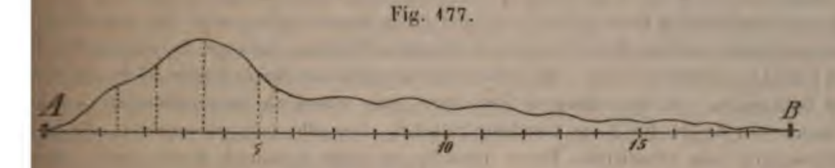
In Helmholtz's Apparate, der den Namen Myographion führt, wird nicht tafel, sondern ein berusster Glascylinder, der durch ein Uhrwerk in gleichbl wegung versetzt wird, an dem Schreibstift vorübergeführt, der nicht direkt durch eine Hebelübertragung mit dem Muskel in Verbindung steht, welche dafür der Schreibstift stets an dem Cylinder schleift, und nicht durch die Kontrakti abgehoben werden kann. Eine weitere sinnvolle Einrichtung gestattet, den Punkt der genau zu bestimmen, an welchem der Schreibstift angekommen war, als d den Muskei wirkte, in Folge dessen er sich kontrahirte. Der benützte Reiz is schwindend kurzer Dauer, der momentane Oeffnungsschlag der sekundären Magnetelektromotors, der in seiner Zeitdauer weit unter $^{1}/_{800}$ Sekunde bleibt.

Die Kurven, welche mit diesem Apparat gezeichnet werden, haben im Allge auch unten bei Leitung der Erregung im Nerven) folgende Gestalt:

Die Linie *A B* (die Abscisse der Kurve) entspricht der Zeit zwischen der im stattfindenden Kontraktion bis zum Wiedereintritt der völligen Ruhe bei *B*. nen Abschnitte der Abscisse betragen etwa 0,03—0,04 Sekunden. Die Kurve

an, bis zu welcher in jedem Zeitabschnitte der Muskel sich verkürzte, das Maximum 'erkürzung trifft auf den Punkt a, bis zu welchem die Kurve rasch ansteigt, und von dem

Fig. 177.



ieder weit langsamer abfällt, um endlich noch einer Reihe von kleineren Auf- und Abschwankungen in die Abscisse zurückzusinken. Die letzteren Kurvenabschnitte, ihre ngen und Senkungen bedeuten keine neu eingetretenen schwächeren Kontraktionen, rn sind Wirkungen der Elasticität des Muskels, der durch das Gewicht des Hebelappa-, das an ihm lastet, gedehnt wird.

lgesehen davon lehrt die Beobachtung, dass unserer Voraussetzung entsprechend die aktion des quergestreiften Muskels in dem kurzen Zeitraum des Bruchtheiles einer nde, in etwa 0,8 Sekunde ganz dieselben Phasen zeigt, die wir an den glatten Muskel- beobachten können. Auch hier vergeht nach der Einwirkung des momentanen Reizes kurze Zeit, in welcher der Muskel noch in seinem ruhenden Zustande verharrt, die ng bleibt noch in ihren Wirkungen latent — Zeit der latenten Reizung. Diese e Reizung dauert etwa 0,01 Sekunde. Erst jetzt beginnt der Muskel seine Kontraktion, e allmählich das Maximum erreicht, um von da wieder nachzulassen und endlich ganz rschwinden. Der Herzmuskel, die Muskeln der Schildkröte geben sehr gedehnte kungskurven, ihre Zuckung läuft sehr langsam ab. Kälte und Ermüdung ver- n den Ablauf der Muskelzuckung (VALENTIN u. v. A.).

LMHOLTZ bestätigte sein Resultat noch mit Hülfe einer anderen Methode, wobei er die nach der sogenannten POUILLET'schen Methode bestimmte. VOLKMANN zeigte, dass der ngsvorgang im horizontal liegenden Muskel ganz in derselben Weise vor sich geht wie fgehängten, sodass das Resultat demnach von den Versuchsbedingungen unabhängig Nach KÜHNE behält dagegen der Muskel, wenn er auf Quecksilber liegt, sonach gar nicht, nicht durch sein eigenes Gewicht belastet ist, ungefähr die Form der höchsten Verkür- bei.

e mitgetheilten Thatsachen lehrten uns, dass der Vorgang der Kontraktion der animalen eln ungemein rasch verläuft; es kann zwar durch ihn ein Gewicht gehoben werden, lie Leistung, welche so rasch eintritt, geht auch ebenso rasch wieder verloren. Diese litzschnellen Kontraktionen können es offenbar nicht sein, mit Hülfe deren der mensch- Körper Lasten hebt und sich selbst in gemessenem Schritt vorwärtsbewegt. Zu all diesen ngen bedarf es weit andauerndere Kontraktionen als die sind, deren Verlauf das Myo- ion uns aufgezeichnet hat.

an ist im Stande, auch solche langdauernde, tetanische Kontraktionen an aus- nittenen Muskeln hervorzurufen, wie die, mit deren Hülfe der thierische Organismus et. Lässt man nicht nur einen rasch vorübergehenden Reiz auf den Muskel einwirken, rn lässt man viele Reize (elektrische Schläge z. B.) sich so rasch folgen, dass die vom hervorgerufene Zuckung beim Eintritt des zweiten noch nicht das Maximum erreicht so setzen sich die Einzelerfolge der Reize zusammen, sodass eine stärkere und länger ernde Zuckung — **Tetanus** — entsteht. Die Wirkung des zweiten Reizes erfolgt so (HELMHOLTZ), als ob die Länge, welche der Muskel unter der Einwirkung des ersten s bereits erlangt hatte, seine natürliche wäre, sodass er sich noch um einen entspre- den Bruchtheil dieser Länge verkürzt. Selbstverständlich nimmt dieser Verkürzungs- chs für jede folgende einem folgenden Reiz entsprechende Verkürzung ab, sodass der kel schliesslich eine konstante dem Tetanus entsprechende Form annimmt, welche durch

grössere Dicken- und geringere Längenausdehnung sich von der Form des ein hirten Muskels unterscheidet.

Während des Tetanus ist demnach der Muskel im Stande eine Zeit hindurch auf einer bestimmten Höhe zu halten oder einen länger andauernden Zug auf arm auszuüben, sodass dieser in einer bestimmten Stellung, solange die tetanis tion besteht, verharren kann. Die tetanische Kontraktion charakterisirt sich von Zuckungen. DU BOIS-REYMOND hat durch den unten zu besprechenden Tetanus« den Beweis für diese Annahme geliefert. Derselbe bemerkte zuerst, Rückenmarke aus tetanisirtes Thier (Frosch) ein tiefes Geräusch hören lässt (Schwingungszahl) hier unabhängig von dem Ton der Fäden des elektrischen T rates ist. Dieser Ton beruht auf dem »Muskelton oder Muskelgeräusc tetanisirte Muskeln hören lassen (WOKASTON). HELMHOLTZ zeigte, dass die Schwing Muskeltons (bei Tetanus durch Induktionsströme) gleich ist der Zahl der in der S genden Reizungen. Der willkürlich tetanisirte Muskel zeigt einen konst kelton, den man am einfachsten Nachts bei verstopften Ohren bei der Kontraktio Kaumuskeln hört, er macht 19,5 Schwingungen in der Sekunde. HELMHOLTZ über gegebene Resultat der künstlichen Reizung des Muskels auf die willkührlic danach ist die Zahl der von den motorischen Centralorganen willkürlich zu Tetanus ausgehenden Reizungen 19,5 in der Sekunde. Nach HAUGHTON soll der ton gleichfalls ein gewöhnlicher Muskelton sein. Man kann die Schwingungen die dem Muskelton entsprechen, dadurch sichtbar machen, dass man sie schwingende Feder überträgt.

Reizt man eine beschränkte Stelle eines Muskels elektrisch, so pflanzt si Stelle aus die Erregung auf die ganze Länge des Muskels fort (KÜHNE) mit ein digkeit von etwa 0,8—1,2 Meter in der Sekunde nach AEBY und v. BEZOLD, na 3 Meter. Auch diese Fortpflanzung der Erregung im Muskel sinkt, traktionsgeschwindigkeit mit sinkender Temperatur. Die Kontraktion der ge sieht man unter dem Mikroskop als Welle über den flüssigen Muskelinhalt hinl

Bei ausgeschnittenen Muskeln oder bei extremeren Graden der Ermüdung durch Ueberanstrengung oder durch Krankheit auch am lebenden Individuu bleibt dagegen nach einem lokal angebrachten Reiz die Kontraktion auf die d Stelle beschränkt. Man kann durch Klopfen mit dem Finger, durch Schlag mi pellstiel eine wulstige Hervorragung der Muskeln durch örtliche Verkürzung u erzeugen: SCHIFF's idiomuskuläre Kontraktion. Auch bei lebensfris sieht man beim Lebenden auf starke lokale Reizung neben der Allgemeinko eine Hervorwulstung der direkt mechanisch gereizten Stelle eintreten. Hier zunächst mit einem lokal sehr bedeutend gesteigerten Blutzufluss zu der ge zu thun, wie man bei mechanischer Reizung einer beschränkten Stelle der Herz Frosches, z. B durch Berühren mit einer Pincette, direkt anschaulich machen ka

Nach E. WEBER's Theorie können wir uns die mechanischen Veränderu der Muskel bei dem Uebergang aus dem ruhenden in den thätigen Zustand erk stellen, dass dem gereizten Muskel durch den auf ihn ausgeübten Reiz, we innere chemische Veränderung des Muskels plötzlich herbeif Veränderung seiner elastischen Kräfte eine eigene natürliche Form z sich von der natürlichen Form des ruhenden Muskels durch geringere Länge Dicke auszeichnet, gleichzeitig ist der gereizte Muskel weniger elastisch (S. 61 Uebergang in den thätigen Zustand schnellt der unbelastete Muskel mit e Kräften aus des Form der ruhenden in die neue Form des thätigen Muskels, als ob er über die thätige Form hinaus bisher gedehnt gewesen wäre. Ist der r kel durch ein Gewicht gedehnt, so zeigt er sich nach dem Uebergang in die t noch seinen neuen Elasticitätsverhältnissen entsprechend gedehnt, er verkür weniger als der unbelastet gereizte.

mit haben wir den mechanischen Theil der Arbeitsleistung des Organismus in den zügen durchgesprochen.

e einfach stellen sich nun die Verhältnisse, welche anfänglich so komplicirt erscheinen. ll finden wir den gleichen Bewegungsmodus der passiv bewegten Maschinentheile. ind es dieselben Muskelbänder, die durch ihre aktive Verkürzbarkeit, welche bedeu- Widerstände rasch zu überwinden vermag, gepaart mit einer grossen Elasticität und arkeit, welche die nichtaktiv verkürzten Muskeln befähigt, allen Gestaltsveränderungen edmassen sich anzuschmiegen, die sinnvollen Bewegungen ausführen, welche die nische Einrichtung der Gelenke gestattet.

e Chemie des Muskels als Bedingung seiner Lebenseigenschaften.

Der Muskel als kraftproducirendes Organ.

r Muskel ist auch das kraftproducirende Organ für die mechanischen Lei- des Organismus, seine Bestandtheile haben wir als das »Heizmaterial hine« zur Krafterzeugung für die mechanischen Leistungen zu betrachten. Gegensatz zu dem eben aufgestellten Satze steht die Meinung, dass die wie der Stempel, Hebel und Räder einer Dampfmaschine nur Ueber- mechanismen einer an einem anderen Orte erzeugten Kraft seien. Von rein lässt sich dieser Gedanke nicht einfach zurückweisen. Einer älteren die Meinung nahe, dass die Kraftquelle für die Muskelaktionen in den lorganen des Nervensystemes gelegen sei. Die Nerven sollten die ugte Kraft dem Muskel zuleiten, der sie mit Hülfe des Skelets zu zweck- Bewegungen und Arbeiten verwendet. Die Meinung war widerlegt, als l, dass der Muskel auch noch zuckungsfähig bleibt, wenn er vom Rücken- d Gehirn getrennt ist.

ser wissenschaftlich begründet ist die andere Behauptung, dass die Kraft- r die Muskelaktion im Blute zu suchen sei, dass der Muskel die durch fwechsel des Blutes erzeugte Kraft zu seinen Aktionen verwende. Im ten wir also gleichsam den Heizapparat der Dampfmaschine; die Muskel- ie in einer abwechselnden Verkürzung und Verlängerung beruht, würde den ebenfalls einfachen Bewegungen des Auf- und Niedergehens des vergleichen lassen, während das Knochengerüste den eigentlichen Ar- hanismen der Maschine entspräche. Die Nerven hätten dann die Auf- urch ihren Anstoss Ventile, welche die im Blute erzeugte Kraft ?) von dem ruhenden Muskel (dem Uebertragungsmechanismus) abhalten, , sodass diese Kraft nun zur mechanischen Muskelarbeit verwendet wer- n.

Annahme, dass der Muskel nur der Uebertragungsmechanismus der im eugten Kraft sei, ist mit dem Nachweis entkräftet, dass ausgeschnit- nd vollkommen blutfreie Muskeln noch zuckungsfähig Doch lehren meine Beobachtungen, dass wenn der Muskel auch blutfrei eit zu leisten vermag, er dann, wenn ihm Blut zur Verfügung steht, auch s diesem zur Arbeitsleistung verwendet. Es zeigt sich, dass ein blut- Muskel weit mehr Arbeit leisten kann als ein blutfreier. Dazu ergiebt sich, Blut während der Muskelaktion wesentliche Veränderungen, welche viel-

leicht als Zeichen von kraftproducirenden chemischen Vorgängen in ihm
werden könnten, erleidet. Das Blut (vom Frosche) verliert durch üb
Muskelaktion (Tetanus des Gesammtthieres) seine stark alkalische Rea
wird neutral oder schwach sauer. Die procentische Menge der in ihm e
festen Stoffe nimmt dabei nicht unbeträchtlich zu, während der Wasser
sprechend abnimmt. Von dem Gesichtspunkte, dass der Muskel vo
normalen Verhältnissen Ernährungsmaterial und Sauerstoff bezieht, i
Beobachtung, dass die Anwesenheit von Blut die Arbeitsfähigkeit d
steigert, verständlich ohne die Annahme, dass das Blut die freien S
selbst zuführt, welche der Muskel zur Arbeit verwendet. Das Blut
mit Spannkräften an den Muskel ab, was ganz denselben Erfolg haben

Der chemische Bau des Muskels.

Muskeleiweissstoffe.

Die quergestreifte Muskelfaser umschliesst mit einem elastischen Schlauche
lemma, den aktiv kontraktilen Inhalt.

Man hielt früher das Sarkolemma aus elastischer Substanz bestehend
aber, wenn auch langsam, in Alkalien und Säuren, sowie im Magensafte, so das
gebenden Substanz näher steht. Eine chemische Scheidung der optisch sic
verhaltenden Substanzen des kontraktilen Muskelfaserinhaltes ist noch nic
Brücke fand, dass die aus seinen Disdiaklasten zusammengesetzten doppelt lic
»Fleischprismen« unter Einwirkung von sehr verdünnten Säuren ihre optische
ten verlieren, sie quellen dabei auf. Dasselbe erfolgt durch Alkalien und Koc
verändert sie nicht. — Der Inhalt der Muskelfaser, die kontraktile Substanz, is
keit. Nach Kühne hat man bei der Muskelflüssigkeit wie am Blute zwisc
und Serum zu unterscheiden, welche letztere nach einer freiwilligen Gerinn
weissstoffes aus dem Plasma zurückbleibt.

Das Muskelplasma wird am besten aus frischen gefrornen Froschmusk
man das Blut entfernt hat, gewonnen. Sie werden bei — 7°C. im kalten Mör
und dann in einer Presse gepresst. Es fliesst eine Flüssigkeit ab, die durch
filtrirt werden kann. Das Filtrat ist das Muskelplasma, schwach gelblich gefärb
lescirend. Es reagirt deutlich alkalisch (zeigt aber auch schwache Wirk
muspapier: amphichromatisch). Beim Stehen in der Zimmerwärme gerinnt
plasma, es scheidet sich Myosin ab. Während der Gerinnung ändert sic
alkalische Reaktion nicht. Das Myosin ist eine gallertige, durchsichtige
verhindert die Myosingerinnung, Wasserverdünnung, verdünnte Säuren reg
an. In Kochsalzlösung von 10% ist das Myosin löslich, man kann es damit aus j
ausziehen. Verdünnte Säuren lösen das Myosin und verwandeln es in Syn
sauere Lösung koagulirt nicht beim Kochen. Syntonin lässt sich aus allen Ei
und Organen darstellen.

Das Muskelserum ist die Flüssigkeit, welche nach dem Ausscheiden
zurückbleibt. Bei 0° aufbewahrt, behält es seine ursprünglich alkalische
Reaktion bei, ebenso wenn es rasch auf 45°C. erwärmt wird. Bei gewöhnlic
temperatur wird das Muskelserum bald sauer. Auf 45°C. erwärmt, scheidet sic
Eiweisskörper aus, der nicht Myosin ist.

Ausser diesen beiden Eiweissstoffen enthält der Muskel noch einige weiter
davon ist Kalialbuminat (Casein), das sich auf minimalen Zusatz vo

r Milchsäure ausscheidet. Die Ausscheidung erfolgt aus dem Muskelserum beim Stehen gewöhnlicher Temperatur von selbst, indem sich Fleischmilchsäure bildet, welche das albuminat fällt. Der zuerst entstehende Antheil von Milchsäure verbindet sich mit einem ile der Basen des Muskelsaftes zu milchsaueren Salzen. Dadurch werden alle im Muskel haltenen Salze in sauere Salze übergeführt, vor allem wird aus dem im Muskelsafte sehr hlich vorhandenen phosphorsaueren Kali (2KaO. HO. PO_5), indem sich ein Atom Kali Milchsäure vereinigt, milchsaueres Kali und saueres phosphorsaueres Kali gebildet. Die hsäure betheiligt sich anfänglich also nicht direkt an der saueren Reaktion des Muskeles. Die sauere Reaktion im Muskel rührt im Anfang ihres Auftretens vor allem von dem eren phosphorsaueren Kali her. Das Kalialbuminat ist in sauerem phosphorsauerem Kali ich, bei 35°C. fällt es aber heraus. Erst wenn also so viel Milchsäure entstanden ist, s ein Ueberschuss davon frei im Muskelsafte sich vorfindet, fällt bei niederen Temperan das Kalialbuminat nieder. Es kann daher schon lange sauere Reaktion im Muskele sein, ehe eine Eiweissfällung entsteht.

Ausser diesem Kalialbuminat enthält der Muskelsaft noch eine nicht unbeträchtliche ge von Serumeiweiss, welche durch Erhitzen auf 70—75°C. koagulirt werden kann.

KÜHNE hat den Nachweis geführt, dass die genannten Eiweisskörper im Muskelsafte get enthalten sind, der Muskelsaft ist, wie oben gesagt, eine Flüssigkeit, in welcher als feste perchen die Fleischprismen in regelmässiger Anordnung schweben. Welche Kräfte die schprismen in ihrer Lage erhalten, ist noch nicht erforscht. KÜHNE sah einen wurmfören Parasiten (Myoryktes Weismanni) in einer lebenden Muskelfaser sich durch die Fleischmen, diese verdrängend, hin bewegen, was nur in einer wahren Flüssigkeit möglich Die verdrängten Fleischprismen kehrten hinter dem Parasiten wieder in ihre regelsige Stellung zurück. Die Lösung des Muskelplasmas ist nicht sehr koncentrirt; der ammtmuskel der Säugethiere enthält etwa 25 pCt. feste Stoffe, die in 75 pCt. Wasser gesind.

Ausser den genannten Eiweisskörpern findet sich im Plasma der Muskeln noch ein her Farbstoff, der sich nach den neuesten Beobachtungen als mit den Haemobin chemisch und physikalisch identisch erweist.

PIOTROWSKY hat aus blutfreien Muskeln ein zuckerbildendes Ferment gewonnen. tfreie Muskeln enthalten nach BRÜCKE auch ein eiweissverdauendes Ferment: Pepsin. Mit em Gehalt an Pepsin steht vielleicht auch das Vorkommen eines peptonartigen Eiisskörpers im Zusammenhang, welches KÜHNE als einen konstanten Muskelbestandl angiebt. Es ist nach diesen Funden nicht unwahrscheinlich, dass die festen Muskeleissstoffe, um sich an dem allgemeinen Stoffaustausche mit betheiligen zu können, sich rst in Pepton verwandeln, wodurch ihnen der Durchtritt durch die Zellenmembranen öglicht wird.

Fleischextrakt.

Die Untersuchungen LIEBIG's u. A. haben im Fleischsafte eine Reihe von sogenannten raktivstoffen kennen gelehrt, die wir vor allem als Zersetzungsprodukte aus den Eiweisspern entstanden ansehen müssen. Man pflegt sie in stickstoffhaltige und stickstofffreie per einzutheilen.

Unter den **stickstoffhaltigen Bestandtheilen** sind Kreatin und Kreatinin zunächst zu nen.

In dem alkalisch reagirenden Muskelsafte soll das Kreatinin nicht enthalten sein, dagegen det es sich in stark saueren Muskeln. Es findet sich, wie ich bestätigen kann, im frischen rzfleisch.

Der Gehalt des Fleisches an Kreatin beträgt zwischen 0,2—0,4% (NEUBAUER, NAWROKI). Herzfleisch fand ich den Gehalt von Kreatin im Gegensatz zu den früheren Angaben

entschieden geringer als in der Stammmuskulatur desselben Thieres. Dafür findet
gesagt dort ein Gehalt an Kreatinin, der aber den Ausfall nicht vollkommen deckt.

Ausser den genannten Stoffen entdeckte Strecker das von Scherer zuerst in
und im Herzfleisch gefundene Hypoxanthin (= Sarkin) als einen konstanten M
standtheil. Ein mit diesem Körper nahe verwandter ist das auch im Fleischsafte g
Xanthin. Die Gesammtmenge von Hypoxanthin und Xanthin im Fleische b
Hundefleische etwa 0,25, im Ochsenfleische 0,15 p. Mille.

Limpricht fand im Fleische junger Pferde und im Fischfleische Taurin, das m
nur als Bestandtheile der Muskeln von Mollusken kannte.

Harnsäure scheint hie und da im Muskel vorzukommen.

Ausser diesen basischen Stoffen fand Liebig im Fleische noch eine stickstoffhalti
Inosinsäure. In neuester Zeit hat unter Hlasiwetz' Leitung J. Weidel einen ne
stoffhaltigen, basischen, konstanten Bestandtheil des Fleischextraktes nachgewi
eine wesentliche Wirkung des Extraktes zuzukommen scheint. Derselbe hat d
$C_7 H_8 N_4 O_3$. Sie steht in Beziehung zum Theobromin: $C_7 H_8 N_4 O_2$, ist also Oxyt
min. Die Formel des Kaffeïns ist ebenfalls sehr ähnlich: $C_8 H_{10} N_4 O_2$.

Unter den **stickstofffreien Bestandtheilen** des Fleischsaftes steht an Wichtigkeit
ziehung auf die Säuerung des Muskelsaftes schon besprochene Fleischmil
oder Paramilchsäure oben an. Die Fleischmilchsäure entsteht wahrscheinl
dig in geringer Menge im lebenden Muskel und vereinigt sich mit dessen Basen
saueren Salzen, die von da aus in das Blut übergehen, in welchem die milchsau
als konstanter Bestandtheil auftreten. Bei der Säuerung des Muskels im To
Bewegung tritt zweifelsohne eine gesteigerte Bildung von Milchsäure ein. Nach
achtungen du Bois-Reymond's wird die Milchsäurebildung im Muskel durch d
aufgehoben, durch welche wir auch die Gährungserscheinungen unterdrückt se
plötzliches Erhitzen auf 100°C. und plötzliche Alkoholeinwirkung. Man darf d
leicht folgern, dass die Säure durch eine Art von Gährung aus irgend einem im
findenden Kohlehydrat entsteht, ähnlich wie bei der freiwilligen Säuerung der M
die Gesammtmenge der freien Säure existirt nach meinen Beobachtungen in jed
ein Maximum, das bei jeder Art des Absterbens erreicht wird. Dieses Säurem
bei verschiedenen Thieren verschieden, grösser in den leistungsfähigeren Muske
Sättigungskapacität der Schwefelsäure für Natron bezogen, fand ich die Säureme

Katzenmuskel	0,272 %
Kaninchenmuskel	0,225 ,,
Schweinemuskel	0,192 ,,
Froschmuskel	0,144 ,,

Hat das Thier (Frosch) vor seinem Tode sehr starke Muskelanstrengung gemach
sich das Säuremaximum im Muskel geringer, weil ein Theil der säureliefernden S
zersetzt und die aus ihnen gebildete Milchsäure in das Blut übergegangen ist.

Scherer gewann aus dem Fleischextrakte auch Essigsäure, Ameisens
Buttersäure.

Blutfreie Muskeln der Thiere enthalten nach Meissner's von mir bestätigt
einen wahren gährungsfähigen Zucker, Fleischzucker, der sich vom Traubenzu
zu unterscheiden scheint. Er entsteht zweifellos im Muskel selbst. Meissner fand i
Fleische von Thieren, denen er längere Zeit vollkommen zuckerfreie Kost ger
Dass er dem Muskel nicht durch das Blut aus dem hauptsächlich zuckerbildenden
Körpers, aus der Leber zugeführt wird, konnte ich an künstlich entleberten Frösch
in deren Muskeln ich durch Tetanus den Zuckergehalt noch immer, wie be
Thieren, steigern konnte. Diese Zuckerbildung im Tetanus tritt auch bei aus
nen, dem Blutkreislaufe ganz entzogenen Muskeln ein.

Scherer entdeckte eine nicht gährungsfähige Zuckerart (zuerst im Herzfle
Inosit.

Bernard und Kühne fanden in den Muskeln von Embryonen Glycogen, das vollkom- dem Lebergiycogen entspricht. M'Donnel fand es in Muskeln neugeborener Thiere. h O. Nasse kommt es stets im Fleische vor. Vielleicht stammt das von Limpricht in sen Mengen aus dem Fleische junger Thiere, namentlich Pferde gewonnene Dextrin der Fleischzucker aus Glycogen. Auch Scherer fand im Fleische das Dextrin auf. Die Milchsäure des Fleischsaftes kann wohl aus jedem der vier letztgenannten Kohle- rate des Fleisches durch Gährung entstehen Limpricht zeigte, dass bei der Gährung es Fleischdextrins gewöhnliche Milchsäure entstand.

Der feste Rückstand der Fleischbrühe besteht nach Keller's Angaben aus 82,2 pCt. an- anischer Salze (S. 155).

Ausser den bisher genannten Stoffen enthält jeder Muskel noch eine geringe Menge un- eiften Fettes, dessen Natur noch nicht vollkommen aufgehellt ist. Der Fettgehalt der keln zeigt quantitativ bedeutende Schwankungen. Im normalen Herzen beträgt der gehalt der trockenen Muskelsubstanz zwischen 7—13 pCt., bei der sogenannten fettigen neration des Herzmuskels ist eine Vermehrung oft nicht nachzuweisen; der Fettgehalt aber dabei steigen von 10—11,4—16,7 pCt. (Böttcher).

Ausser diesen Stoffen enthält der Muskel noch Gase und zwar dieselben, wie wir sie in Geweben und Gewebflüssigkeiten antreffen. Am leichtesten lässt sich der Kohlen- regehalt des Muskelsaftes anschaulich machen, der je nach dem physiologischen ande des Muskels (Ruhe oder Bewegung) Verschiedenheiten in seinen Mengenverhält- n zeigt. Der Muskelsaft enthält auch Stickstoff und Sauerstoff, letzteren in ge- r Menge. Das Haemoglobin des Muskels, der Muskelfarbstoff, bindet Sauerstoff giebt ihn ab, ebenso wie das Haemoglobin des Blutes (Kühne).

Die **glatten Muskeln** zeigen im Allgemeinen ein analoges Verhalten wie die quergestreiften. ois-Reymond fand ihre Reaktion stets neutral oder alkalisch. Siegmund will den kontra- n Uterus sauer gefunden haben.

Chemische Vorgänge im ruhenden Muskel.

Muskelrespiration.

Die chemische Muskelzusammensetzung ist wie die aller Zellen und Zellen- e beständigen Schwankungen unterworfen. Schon während des ruhenden ndes finden fortwährend auf innere Oxydationen deutende Stoffverände- n statt. Man fasst die in dieser Richtung bekannt gewordenen Thatsachen, ch auf den Gaswechsel des Muskels beziehen, unter dem Namen der Mus- spiration zusammen. Eine Anzahl der hierher gehörenden Verhältnisse hon bei der »inneren Athmung« (S. 457) und in der »Physiologie der Zelle« f. und 106 f.) Erwähnung gefunden.

Sie besteht im Allgemeinen aus einer Sauerstoffaufnahme und Kohlensäure- e des ruhenden Muskels. Diese Sauerstoffaufnahme und Kohlensäureabgabe benden Muskels zeigt sich schon daraus, dass das hellrothe Arterienblut aus uhenden Muskeln venös zurückkommt (S. 357), wie aus den übrigen Orga- Die Veränderung besteht in einer Verminderung des Sauerstoff- und Vermeh- des Kohlensäuregehaltes des Blutes, sie tritt auch ein, wenn man einen frisch schnittenen Säugethiermuskel künstlich mit Blut durchströmt (Ludwig u. A.). Al. v. Humboldt hatte gezeigt, dass ausgeschnittene Froschmuskeln im Sauer- länger ihre Lebenseigenschaften behalten als in anderen sonst nicht giftigen n, zum Beweise, dass ein fortgehender Wechselverkehr des Muskels mit der Oxy-

dationsquelle zur Erhaltung seines Lebens unumgänglich nöthig ist. E. du Bois-Reymond und G. von Liebig jun. haben gefunden, dass die Muskeln dabei Kohle abscheiden. Auch in anderen Gasen als im Sauerstoff geben die Muske Zeit lang Kohlensäure ab, auch nachdem das sauerstoffhaltige Blut aus ihr fässen ausgespritzt ist. Ich habe mit Daxenberger die physiologische Dignitä Muskelrespiration wieder festgestellt, als sie durch L. Hermann's fehlerh Sommertemperatur, cf. unten) angestellte Versuche zweifelhaft zu werden Die Bildung von Kohlensäure ist das hauptsächlichste Endprodukt der Ox kohlenstoffhaltiger Körper, es ist somit sehr wahrscheinlich, dass die Muskel tion auf einer fortwährenden Oxydation gewisser Muskelstoffe beruht. direkt für Stoffe sind, aus denen die Kohlensäure sich bildet, ist noch nicht e

Ausser der Respiration findet sich noch eine weitere chemische U im ruhenden Muskel: eine stetige Milchsäureproduktion. Der saft reagirt bei gesunden ruhenden Muskeln schwach alkalisch oder (E. du Bois-Reymond). Lässt man die Muskeln einige Zeit liegen, so geht trale Reaktion endlich in die sauere über, die schliesslich so stark werd dass blaues Lakmuspapier vom Muskelsafte sehr lebhaft geröthet wird. findet sich diese Milchsäurebildung auch im unversehrten Organismus, d sie dort larvirt durch die Wirkung der alkalischen Säfte: Blut und welche den Muskel umspülen und die gebildete Säure neutralisiren. I schnittenen Muskel sind diese alkalischen Säfte nur in begrenzter Menge den. Sind sie neutralisirt, so tritt die sauere Reaktion in Erscheinung

So finden wir denn schon im ruhenden Muskel Kraftquellen: 1) tionen, 2) Spaltungen (die Entstehung der Milchsäure), 3) Neutralisations auf denen Erzeugung von lebendigen Kräften beruhen m

Wirklich finden wir auch im ruhenden Muskel Kräftewirkungen, die jene Quelle als auf ihre Ursache zurückführen lassen. Es sind dies di mässig gerichteten elektrischen Ströme, die uns E. du Bois-Reymond ke lehrt hat: die elektrischen Muskelströme. Ob auch Wärme Oxydation im ruhenden Muskel gebildet wird, ist noch nicht sicher erwi wahrscheinlich es auch ist, dass die frei werdenden Kräfte nicht alle andere Kräfteform übergeführt werden.

Bei ausgeschnittenen Muskeln mischen sich mit dem noch fortgehenden physi Stoffumsatz auch jene oben S. 162 erwähnten freiwilligen chemischen V rungen des Fleisches, die schliesslich zur Fäulniss führen. Bei den be Beobachtungen müssen diese letzteren Einflüsse durch niedere Temperatur beseit beseitigt werden (J. Ranke). Bei höheren Temperaturen wirkt die unter der Sau wirkung stattfindende beginnende Fäulniss so bedeutend, dass sehr dünne Fros (Sartorius), die also eine sehr grosse Oberfläche besitzen, in Sauerstoff sogar k Lebenseigenschaften behalten als in indifferenten Gasen, z. B. Wasserstoff (L. He Ranke), dasselbe fand ich für ausgeschnittene Froschnerven. Für alle dickere bleibt dagegen die Beobachtung Humboldt's bestehen. Unsere Versuche ergabe der Vorgang der physiologischen Sauerstoffaufnahme steigt nicht, sondern fäll Muskel mit der Zunahme der Temperatur, bis er bei einer Temperatur, b der Muskel abstirbt, fast oder vollkommen der experimentalen Wahrnehmung vers Die Fäulnissaufnahme des Sauerstoffs steigt dagegen mit der steigenden Temper

Chemische Vorgänge im thätigen Muskel.

ie Krafterzeugung während der Thätigkeit des Muskels beruht, wie alle zeugung im Organismus überhaupt, im letzten Grunde auf einer Steige- der uns bekannten chemischen kraftliefernden Vorgänge (zunächst im selbst (S. 100, 103). In zweiter Linie wirken auch gewisse physika- Muskelveränderungen mit, welche sich aber ebenfalls auf chemische Ur- zurückführen lassen. Auch von Seite des Blutes, das dem Muskel zuströmt, eine Betheiligung statt (S. 625).

ATTUCCI und VALENTIN fanden zuerst, dass der isolirte thätige Muskel mehr nsäure aushaucht, als der ruhende, man fand Hand in Hand mit dieser erten Kohlensäureabgabe eine vermehrte Sauerstoffaufnahme aus der phäre. Als in neuester Zeit diese letztere Angabe bestritten wurde, bewies mit SCZELKOW und A. SCHMIDT, dass der isolirte, thätige Säugethiermus- len sie künstlich mit Blut durchströmen liessen, dem Blute wirklich mehr stoff entziehe, als der ruhende, sodass nun die grössere Sauerstoffaufnahme uskels bei seiner Aktion gleichzeitig mit seiner auch an dem Muskelblut ewiesenen gesteigerten Kohlensäureabgabe feststeht. E. DU BOIS-REYMOND dass der Muskel bei der Thätigkeit seine neutrale oder schwach alkalische on in eine saure umwandelt, was auf dem Auftreten von Fleischmilch- im Muskelsafte beruht.

urch die neueren Untersuchungen steht es nun fest, dass der isolirte Mus- m Zwecke seiner Thätigkeit von seinen eigenen Bestandtheilen verbraucht. s werden durch die Thätigkeit des Muskels folgende Muskelstoffe vermin- die Gesammteiweissstoffe (J. RANKE, NAWROCKI), das Gesammtwasserextrakt OLTZ, J. RANKE, NIEGETIET und HEPNER), die milchsäurebildenden Stoffe NKE), die kohlensäurebildenden Stoffe (J. RANKE) (der Muskel bildet nach uskulation weniger Milchsäure und Kohlensäure als nach längerer Ruhe), chtigen Fettsäuren (SCZELKOW), Kreatin und Kreatinin (VOIT).

ieser Stoffverbrauch spricht sich, wie aus dem Gesagten hervorgeht, z. Thl. st darin aus, dass gewisse Stoffe, die als Stoffwechselprodukte der Muskel- nz erscheinen, im thätigen Muskel sich vermehrt finden. So entspricht ewiesenermaassen dem Verbrauch der milchsäurebildenden Stoffe im Muskel ehrbildung von Milchsäure bei der Muskelaktion. Das Gleiche habe ich von den kohlensäurebildenden Stoffen im Verhältniss zur Kohlensäureaus- ung des Muskels gefunden. So deutet also auch die nachgewiesene Ver- rung der Alkoholextraktes des Muskels durch die Thätigkeit (HELMHOLTZ, NKE, NIEGETIET und HEPNER), die Vermehrung des Aetherextraktes (J. RANKE), EISSNER'schen Muskelzuckers (J. RANKE) auf eine Verminderung der betref- n Muttersubstanzen.

us dieser Zusammenstellung geht hervor, dass sich nach den bisherigen taten der Untersuchung an dem gesteigerten Stoffumsatz des thätigen Mus- alle Stoffgruppen betheiligen, welche überhaupt im Mus- vorkommen (J. RANKE):

1) Albuminate (vielleicht z. Thl. die fettbildenden Stoffe),

2) krystallisirbare, stickstoffhaltige Zersetzungsprodukte der Albuminate: tin und Kreatinin,

3) milchsäurebildende und zuckerbildende Stoffe, wahrscheinlich zum ten Theil Kohlehydrate, z. B. Glycogen,

4) flüchtige Fettsäuren oder flüchtige Fettsäuren bildende Stoffe, vielleicht Theil Fette.

An der Kraftproduktion des thätigen Muskels betheiligt sich auch das Blut, so lange die Blutcirkulation im Muskel erhalten ist. Der bluthaltige kel ist im Stande, eine grössere Gesammtarbeit zu leisten als der (J. Ranke). Ueberdies strömt zu dem thätigen Muskel im lebenden Org wie zu allen thätigen Organen eine grössere Blutmenge (cf. Blutverth sodass dem Muskel in Folge des Thätigkeitswechsels der (J. Ranke) während seiner Thätigkeit gesteigertes Materi Stoffwechsel zu Gebote steht.

Die Betheiligung physikalischer Momente an der Muskelaktion mehr indirekte. Sicher werden aber die chemischen Umsetzungen, w Kraft der Muskeln liefern, zum Theil nicht erst in dem Augenblicke gem welchem die Muskelkontraktion erfolgt. An der allgemeinen Kraftprodul arbeitenden Muskels betheiligen sich auch Spannkräfte, welche durch kalische Veränderungen der Organstruktur der Muskelfa und verwendbar werden. Das normale physikalische Verhalten des Muskels wie seine Elasticität und Dehnbarkeit, seine Imbib fähigkeit, sind als Folgen seines normalen Stoffumsatzes im ruhenden aufzufassen.

In der Kohäsion der Moleküle des ruhenden Muskels ist eine Kra aufgespeichert, welche durch plötzliche Veränderung in Folge äusse wirkung (Säuerung in Folge der Nervenaktion) ausgelöst werden und wendung kommen kann. Die stärkere Dehnbarkeit des kontrahirten (S. 621), die ebenfalls nachgewiesene höhere Imbibitionsfähigkeit J. Ranke) beweist uns, dass bei der Muskelaktion wirklich Veränder der Kohäsion eingetreten sind. Die Imbibition selbst liefert Kräfte, zur Muskelaktion mit Verwendung finden können (S. 113).

Unter die physikalischen Aenderungen des Muskels, welche zur Kraftprodukti wendung finden können rechnet C. Voit auch die negative Schwankung der Mu sticität. Er fasst diese dabei im Gegensatze zu E. du Bois-Reymond's Theorie al nahme der Kraft der »elektromotorischen Muskeln« auf.

Früher glaubte man auch aus den allgemeinen Stoffwechselversuchen Schlüs Veränderungen des Muskelstoffwechsels bei der Muskelaktion machen zu dürfen. stellung des Thätigkeitswechsels der Organe (J. Ranke, S. 380), machte suche illusorisch und zeigte, dass die bei Muskelaktion etwa zur Beobachtung k Veränderungen des Stoffwechsels nur in sekundären Veränderungen der Hauptsto bedingungen ihren Grund haben. An Arbeit nicht gewöhnte oder arbeitgewöhn Organismen bei übermässigen Leistungen zeigen mit der Muskelaktion eine Steige Athmung und Herzthätigkeit, welche eine Steigerung des Gesammtstoffwechsels be aber selbstverständlich mit der geleisteten Arbeit in keinem direkten Verhältni muss. Ist die Ausgleichung der Blutvertheilung bei dem »Thätigkeitswechsel d eine vollkommene, wie es bei der gewöhnten täglichen Beschäftigung der Fall is der Stoffwechsel durch die Arbeit nicht gesteigert; tritt dann ein Ruhetag ein, s Arbeit der Verdauungsdrüsen vollkommen für die der Muskeln eintreten, sodass Arbeits- und Ruhetag kaum ein merkbarer Unterschied in dem Stoffwechsel auftre C. Voit hat ein annäherndes Gleichbleiben des Gesammtstickstoffumsatze

Thätigkeit der Muskeln für einen Hund und einen Arbeiter für einen grösseren Zeitraum nden. Ich u. A. haben gezeigt, dass man eine geringfügige Steigerung in der stoffausscheidung im Harne in Folge von Arbeitsleistung beobachten kann, wenn man kleine Zeiträume (Stunden) mit einander vergleicht, die Steigerung tritt meist erst nach Arbeitsleistung hervor. Die beobachtete Steigerung im allgemeinen Umsatz bei Muskel-gkeit leitet C. Voit von denselben indirekten Ursachen her, wie wir (Steigerung der Respira- und Herzthätigkeit). Es kommt hierzu noch ein weiteres Moment. Während der starken pfhaften Muskelthätigkeit ist wie die Thätigkeit der Leber (Galleproduktion), so auch Thätigkeit der Niere vermindert (J. Ranke). Nach der Muskelthätigkeit tritt dagegen bei Niere eine sehr bedeutende Steigerung der Harnproduktion ein (J. Ranke, S. 514).

er Nerve erscheint als ein vierter Hauptfaktor des Stoffwechsels (cf. 93), da er den Blutzufluss, d. h. den Zufluss von zersetzbarem Material zu den arbeiten- Organen, Muskeln, Nerven, Drüsen steigert.

an hat sich gestritten, ob Eiweissstoffe oder Kohlehydrate und Fette zum Zweck der elaktion zersetzt werden. Nach den jetzigen Versuchsresultaten ist der Streit ein iger, es verbraucht der Muskel alle seine Stoffgruppen zum Zwecke er Aktion.

ie oben erwähnte gesteigerte Imbibitionsfähigkeit des Muskels macht den im normalen mmtorganismus thätigen Muskel wasserreicher als den geruhten (J. Ranke).

anz wie gesteigerte Thätigkeit des Muskels wirkt in chemischer Beziehung die stärkere kelspannung (Heidenhain).

Ermüdung.

ie schönste Bestätigung, dass es sich um Stoffwechsel, d. h. Stoffzer-gen und organische Oxydationen bei der Krafterzeugung im Muskel und m Zersetzungen und Oxydationen im Muskel selbst handle, ergeben die uchungen und Entdeckungen über Ermüdung (S. 107).

ie Ermüdung erfolgt nachgewiesenermaassen vor allem aus zweierlei Gründen:

) durch Anhäufung von Muskelzersetzungsprodukten, der ermüdenden e im Muskel selbst (J. Ranke), und

) durch Verbrauch des im Muskel abgelagerten, zur Oxydation ndbar vorhandenen Sauerstoffs (Pettenkofer und Voit).

er Muskel ist, wie aus dem bisher Gesagten hervorgeht, nach der Arbeits-g ein wesentlich anderer als vor derselben, während der Ruhe. In physi-en und chemischen Eigenschaften sehen wir ihn verändert, es ist klar, dass Umgestaltung nicht ohne Einfluss sein kann auf seine Lebenseigenschaften. Veränderung aus den angeführten Ursachen trägt den Namen Ermüdung. eränderungen, die man an dem Muskel nach dem Tetanus wahrnimmt, n unter diesem Ausdrucke zusammengefasst.

m deutlichsten spricht sich bei der Ermüdung die Herabsetzung der nor- Erregbarkeit des Muskels aus. Dieselbe Reizstärke löst nach einem vor-gangenen ermüdenden Tetanus weniger Kräfte am Muskel aus als vor dem-: die Hubhöhe des Muskels ist eine geringere für das gleiche Gewicht, skelkurve am Myographion ist flacher, weniger steil ansteigend, es kann der d der Ermüdung so weit sich steigern, dass gar kein Gewicht mehr gehoben n kann. Die Ermüdung ist im gesunden, lebenden Organismus ein vor-ehender Vorgang, lässt man den ermüdenden Muskel einige Zeit lang ruhen, n sich dadurch seine für den geruhten Zustand normale Erregbarkeit, seine n Eigenschaften wieder her.

alle Oxydationsprocesse zu ihrem Zustandekommen eine bestimmte Tem- bedürfen, so ist es natürlich, dass die Erregbarkeit auch an das Vorhan- einer solchen geknüpft ist; für eine mittlere Temperatur ist demnach die arkeit am grössten, sowohl mit dem Steigen als mit dem Fallen der Tem- nimmt sie ab. Wir haben darum auch die von Helmholtz erwiesene ge- Erhöhung der Temperatur durch die Muskelaktion unter den nden Momenten anzuführen.

le diese Momente wirken sowohl im ausgeschnittenen als in dem noch in normalen Verhältnissen im Organismus befindlichen Muskel.

n Hauptmoment der Wiederherstellung ist hingegen nur im letzteren Falle n: die Wegschaffung der schädlichen Stoffe durch die Cirkulation, des Blutes als der Lymphe. Eine ganz indifferente Flüssigkeit — 0,7%—1% — genügt, um alle Erscheinungen der natürlichen Ermüdung zum Ver- den zu bringen, wenn sie in langsamem Strome analog der Cirkulation des durch die Adern des Thieres getrieben wird. Das Blut nimmt, während es Muskelschläuchen vorüberstreicht, durch Osmose die ermüdenden Stoffe d entfernt sie durch die Ausscheidungsorgane aus dem Organismus.

s ist kein Zweifel, dass auch der Mangel an solchen Stoffen, welche im s oxydirt werden können, Ermüdung herbeiführen könnte. Einen rela- Mangel in dieser Hinsicht bringt schon die angeführte Wasserzunahme des nden Muskels mit sich. Ich konnte erweisen, dass die Leistungsfähigkeit skels mit seinem Gehalt an festen Stoffen steigt und fällt, sodass ein Mus- so leistungsfähiger ist, je reicher er an festen normalen Muskelstoffen im le der Ruhe gewesen ist. Nach langem Hunger, der die Muskelstoffe ver- nach schlechter Kost, in verschiedenen Lebensperioden — Kindheit und —, die mit einer relativ geringen Menge fester Stoffe im Muskel Hand in Hand nach langer Unthätigkeit, die an Stelle der normalen Muskel- Fette treten lässt, also auch im zahmen Zustand der Thiere findet sich eine geringere Leistungsfähigkeit der Muskeln.

e Versuche v. Pettenkofer und C. Voit's ergeben, dass die Arbeits- keit des Individuums (ebenso des Muskels) von der Menge -stoff abhängig sei, die es vor der Arbeitsleistung in sich speichert hat.

n war bisher der Meinung, dass der Organismus und der einzelne Muskel den Sauerstoff, en er zu seiner Arbeitsleistung (den dazu nöthigen Oxydationen) bedarf, während rbeitsleistung direkt durch die Athmung beziehe, sodass die während der Beobach- zeit ausgeschiedene Kohlensäuremenge zugleich auch ein Maass abgebe für den in er Zeit aufgenommenen Sauerstoff. Jetzt ist nachgewiesen, dass dem durchaus nicht . Der Organismus bezieht seinen zur Arbeit zu verwendenden Sauerstoff nicht während rbeit von aussen, er benutzt zu seinen Oxydationen Sauerstoff, der schon in seinen en gleichsam abgelagert war. Je mehr der Organismus Sauerstoff in sich aufgespei- hat, desto grösser ist seine Arbeitsfähigkeit, wie sich von selbst ergiebt; alles, was die mmlung von Sauerstoff in erhöhtem Maasse ermöglicht, steigert; alles, was sie hindert, bt die Arbeitsfähigkeit des Organismus. Wir sehen, alles, was wir über die oxydable nge im Organismus gesagt haben im Verhältniss zur Arbeitsleistung desselben, gilt auch von dem oxydirenden Stoffe, ohne den auch der oxydable Vorrath keinen n hat.

n Gesunden wird während des Tages stets viel mehr Sauerstoff aufgenommen als im

Verhältnisse Kohlensäure ausgeschieden wird, während in der Nacht sich das Verh
umkehrt. Schon bei Muskelruhe ist dieser Antagonismus zwischen Tag und Nacht d
er spricht sich aber noch viel mehr bei Arbeit aus, wobei während der Arbeitsstunde
die Kohlensäureabgabe sehr bedeutend gesteigert ist, während erst in der darauf fo
Nacht der verbrauchte Sauerstoff wieder eingenommen wird. Bei Tage zehrt der O
demnach offenbar von dem Sauerstoffvorrath, welchen er sich während der vorausg
Nacht eingesammelt hat, ebenso leisten wir damit auch unsere Muskelarbeit (Pettenkofer

* Die Zahl in der letzten Rubrik der folgenden Tabellen (Pettenkofer und Voit
Verhältnisszahl, welche angiebt, wie viel Sauerstoff in der ausgeschiedenen Koh
gegenüber 100 aus der Luft aufgenommenen Sauerstoff sei. Würde aller Sauerstoff z
lensäurebildung verwendet, so müsste das Verhältniss der Kohlensäure zum ausges
Sauerstoff gleich sein 100:100; dies ist nur bei Stärke- und Zuckerkost (annähernd
Bei dem Menschen schwankt bei verschiedener Nahrung das Verhältniss zwisch
98 auf 100 aufgenommenen Sauerstoff.

I. Ruhetag.

Tageszeit	Ausgeschiedene			Aufgenommener
	Kohlensäure	Wasser	Harnstoff	Sauerstoff
Tag (6—6 hor.)	532,9 Gramm	344,4 Gramm	21,7 Gramm	234,6 Gramm
Nacht ,,	378,6 ,,	483,6 ,,	15,5 ,,	474,3 ,,
Zusammen:	911,5 Gramm	828,0 Gramm	37,2 Gramm	708,9 Gramm

Aus dieser Tabelle ist ersichtlich, dass mehr Sauerstoff zur Kohlensäurebildung
der Tageszeit verwendet, als in der Respiration während derselben Zeit aufgenomme
In der Nacht kehrte sich dieses Verhältniss um. Noch stärker treten diese Eigen
keiten an einem ermüdenden Arbeitstag hervor.

II. Arbeitstag.

Tageszeit	Ausgeschiedene			Aufgenommener
	Kohlensäure	Wasser	Harnstoff	Sauerstoff
Tag (6—6 hor.)	884,6 Gramm	1094,8 Gramm	20,1 Gramm	294,8 Gramm
Nacht ,,	399,6 ,,	947,3 ,,	16,9 ,,	659,7 ,,
Zusammen	1284,2 Gramm	2042,1 Gramm	37,0 Gramm	954,5 Gramm

An dem Arbeitstage wurde also mehr als doppelt soviel Sauerstoff am Tage in de
säure ausgeschieden als in derselben Zeit aufgenommen wurde.

Am Tage während des Wachens wird danach jedenfalls ein grosser Theil der Ko
auf Kosten des Sauerstoffs producirt, welcher in einer vorausgegangenen Zeit der
des Schlafes aufgenommen wurde. Ebensoviel als wir an einem Tage mehr Sauer
brauchen, als an einem andern, ebensoviel nehmen wir in der darauf folgenden Nac
zum Ersatz auf, und so lange wir dies thun und vermögen, sind wir jeden Morge
Arbeit gerüstet. Auch bei der Arbeit wird am Tage, trotz der sehr gesteigerten Ab
nur eine sehr geringe Menge Sauerstoff mehr als während der Tageszeit bei Ruhe a
men. Die Oxydation durchläuft Zwischenstadien, die den Sauerstoff stundenlang
beschäftigen, ehe er in der Form von Kohlensäure oder Wasser wieder austritt.
gegnen hier demselben Verhältnisse, auf welches die Respirationsuntersuchungen
Winterschlaf der Murmelthiere (Valentin) hinweisen. Die Thiere nehmen weg
stoffansammlung häufig zwischen zwei Wägungen an Gewicht zu, trotzdem dass si
etwas Wasser und Kohlensäure an die Luft abgeben. Die Beobachtung, dass die n
arbeitenden Muskeln weniger Sauerstoff abgiebt, als es dafür Kohlensäure aufnim
kow), ebenso wie die gleichen Gasverhältnisse im Blute erstickter Thiere (Setsch
ruhen offenbar auf derselben Ursache.

In Beziehung auf die Mengenverhältnisse des aufgespeicherten Sauerstoffs erg
Versuche von Henneberg, dass mit der Vermehrung des Eiweisses in de

Fähigkeit des Körpers, während der Zeit der Ruhe und des Schlafes Sauerstoff nen, um ihn am Tage nach Bedürfniss zu verwenden, steigt und fällt. Ein wohl- Organismus kann also mehr Sauerstoff bei Nacht in sich aufspeichern als ein nährter. So erklärt sich, dass, während jener am Morgen zur Arbeit geschickt nach vorausgegangener Ermüdung, letzterer sich noch matt und ermüdet zeigt. ersuchen, welche v. Pettenkofer und Voit an Kranken, die sich durch besondere Kraftlosigkeit auszeichneten (Diabetes mellitus und Leukämie), angestellt eht hervor, dass bei diesen ein ähnlicher Antagonismus zwischen Tag und Nacht, wie Gesunden zeigt, nicht existirt. Diese kraftlosen Kranken speichern bei Nacht keinen in sich auf, sodass sie am Tage für ihre Arbeitsleistung keinen Sauerstoffvorrath Daher rührt es, dass sie durch die kleinste Anstrengung so rasch ermüden. Der- lechtgenährte) Individuen können nur dann einige Zeit ohne Ermüdung arbeiten, künstlich ihre momentane Sauerstoffaufnahme zu steigern vermögen. Am ein- geht das durch Steigerung der Herzrhythmik, z. B. durch Alkohol. Wir haben hier ärung für die eigenthümliche Wirkung, welche wir den Alkohol ausüben sehen. wirken gewisse andere Narcotica. Die Versuchergebnisse selbst, auf die wir uns hen, sind folgende:

Diabetiker.

zeiten	Ausgeschiedene				Aufgenommener	Verhältnisszahl.
	Kohlensäure	Wasser	Harnstoff	Zucker	Sauerstoff	
—6 hor.)	359,3 Grm.	308,6 Grm.	29,6 Grm.	246,4 Grm.	278,0 Grm.	94
,,	300,0 ,,	302,7 ,,	20,2 ,,	148,1 ,,	294,2 ,,	74
n:	659,3 Grm.	611,3 Grm.	49,8 Grm.	394,5 Grm.	572,2 Grm.	84

Leukämiker.

zeiten	Ausgeschiedene			Aufgenommener	Verhältnisszahl
	Kohlensäure	Wasser	Harnstoff	Sauerstoff	
—6 hor)	480,9 Gramm	322,1 Gramm	15,2 Gramm	346,2 Gramm	101
,,	499,0 ,,	759,2 ,,	21,7 ,,	329,2 ,,	110
n	979,9 Gramm	1081,3 Gramm	36,9 Gramm	675,4 Gramm	105

em Leukämiker fällt neben dem schon Erwähnten noch auf, dass hier bei Nacht nstoff abgegeben wird als am Tage, was sonst immer umgekehrt der Fall ist.

Todtenstarre des Muskels.

Zustand der definitiven Vernichtung der Muskelerreg- das Absterben des Muskels, zeigt einige Aehnlichkeit mit dem Vorgang dung (S. 107). Schneidet man einen Muskel aus dem Organismus aus, htet man trotz des Vorhandenseins erhaltender Momente ein fortschrei- hwinden der Erregbarkeit. Es rührt dies daher, dass nach und nach lefinirten erhaltenden Momente vollkommen verbraucht werden und die arkeit vernichtenden die Oberhand gewinnen. Endlich hört die Erregbar- auf, bei Warmblütern rascher, bei kaltblütigen Thieren langsamer: der irbt ab. Dasselbe tritt ein, wenn der Muskel innerhalb des Organismus r Blutcirkulation zu unterliegen, bei allen Muskeln nach dem Tode des rganismus oder lokal nach Verschluss einzelner arterieller Gefässe. rasch hört, wenn dies eingetreten ist, der normale Stoffwechsel im Mus- ladurch, dass sich die entstandenen Zersetzungsstoffe in ihm aufhäufen.

Es folgen daraus bald wesentliche chemische Veränderungen im Musk
zunächst gerinnen die gerinnbaren Muskelsubstanzen, und
sauere Reaktion ein (HARLESS, KÜHNE). In Folge dessen nimmt d
des Muskelrohres ein trübes Aussehen und eine teigige Beschaffenheit an.
verändert der ausgeschnittene Muskel seine Gestalt, er wird kürzer u
und vermindert etwas sein Volumen (SCHMULEWITSCH). Sind die abst
Muskeln in ihren natürlichen Verbindungen in der Leiche und die Glie
willkürlich verlagert, so nehmen durch diese Muskelverkürzung die Glied
wegliche Stellungen ein, die gewöhnlich daran erinnern, als ob sämmtli
keln sich aktiv zusammengezogen hätten. Dieser Zustand der Muskeln, in
der ganze Körper unbeweglich starr wird, trägt den Namen der Todte
Nach KÜHNE geht bei isolirten Muskelfasern der Todtenstarre meist ein s
gischer Tetanus voraus, der unmittelbar in die Todtenstarre überführen

Mit dem Aufhören der normalen Oxydationen verschwindet neben d
ren Leistungen des Muskels auch sein elektrischer Strom. Nach
Starre einige Zeit gedauert hat, hebt die eintretende Fäulniss die verk
stalt des Muskels wieder auf, die Glieder der Leiche werden wieder bew
»Starre löst sich«. Die sauere Reaktion des Muskelsaftes erreicht
mum, nimmt wieder ab, wird neutral und geht durch Ammoniakbildu
alkalische über (S. 163).

Ist durch Tetanus im Leben schon ein grosser Theil der erhaltenden Momente
so begreift es sich, dass die Starre schneller eintreten muss, so z. B. nach Stry
tung, bei gehetztem Wild, bei Tod in der Aufregung und Anstrengung der Sch
Warmblütern tritt ihrer höheren Temperatur wegen die Starre meist rasch nach
ein, bei Kaltblütern unter günstigen Umständen erst nach Tagen.

BRÜCKE verglich zuerst die Muskelstarre mit einem Gerinnungsvorgang; KÜHNE ha
nende Substanz zuerst dargestellt und so BRÜCKE's Vermuthung experimentell
Presst man einen Muskel, nachdem man durch Ausspritzen mit Kochsalzlösung
das Blut entfernt hat, aus, so erhält man eine Flüssigkeit, die nach einiger Zeit
rinnt und sauer wird. Die Temperatur ist hiebei von Wichtigkeit, da die Gerinn
rascher eintritt, je höher die Temperatur ist; sie geschieht plötzlich bei einem
Wärmegrad, der für die Kaltblüter 40 °C, für die Säugethiere und den Menschen
für Vögel 53° beträgt (KÜHNE). Die Erhöhung der Temperatur führt auch in frisch
den Muskeln Gerinnung herbei, aus welcher ein der Todtenstarre ganz ähnlich
die »Wärmestarre« folgt. Bei 40° treten die ersten Gerinnungen im Frosch
ein, bei höheren Temperaturen erfolgen immer neue, bis endlich bei 90° die
nnng erfolgt ist. Das Serumeiweiss gerinnt bei 75 °C. Wirft man dagegen fr
keln in siedendes Wasser, so bildet sich keine sauere Reaktion aus (E. DU BOIS
Alle Säuren, auch Kohlensäure führen zur Myosingerinnung im Muskel. Die im
spontan entstehende Säure ist Fleischmilchsäure nach DIACONOW auch Glycer
phorsäure. Der Muskel bildet beim Erstarren auch Kohlensäure. Nach O.
dabei der Glycogengehalt des Muskels vermindert.

Bei dem Muskel, der durch Unterbrechung der Cirkulation abstirbt, lässt sich
Veränderungen noch nicht zu weit fortgeschritten sind, durch Wiederherstellu
kulation die Erregbarkeit wieder hervorrufen (STENSON); BROWN-SÉQUARD spritzte
rielles Blut ein. Es genügt auch bei Säugethieren schon warme 1 pCt. Kochsalz
die verlorene Muskelerregbarkeit nach Unterbindung der Aorta, nach STENSON,
Zeit wieder zurückzubringen (J. RANKE). Nach dem wirklich erfolgten Eintritt d
starre, nach dem Gerinnen der gerinnbaren Muskelsubstanzen ist eine Erneuer

tion, eine Zufuhr arteriellen Blutes zu dem Muskel erfolglos, die Leistungsfähigkeit kehrt t zurück (Kühne), wenn man nicht vorläufig das Myosingerinnsel durch 10 % Kochlösung wieder auflöst (Preyer).

Muskelerregbarkeit und Muskelreize.

Wir müssen zum Schlusse dieser Betrachtung noch die Frage aufwerfen: rch wird der Muskel in Bewegung versetzt, wodurch wird die Spannkraft, e in ihm angehäuft ist, in lebendige Kraft übergeführt? Auf den ersten Blick e man die Ansicht fassen, es müsste der Muskel, in welchem ja beständig frei werden, ebenso beständig auch Arbeit leisten. Es sind in ihm jedoch mungsverrichtungen gegeben, welche erst durch einen Anstoss von n weggeräumt werden müssen, um den Muskel aus dem verkürzten in den ngerten Zustand überzuführen. Dieser Anstoss wird durch die Muskel- ertheilt. Die Ueberführung aus dem ruhenden in den thätigen Zustand als Erregung, die dem Muskel innewohnende Fähigkeit erregt zu werden, rregbarkeit: Irritabilität bezeichnet. Die Erregbarkeit erreicht bei Muskel bei einer bestimmten Temperatur ein Maximum, nimmt also mit dem n und Steigen derselben ab. Auch innere chemische Veränderungen (Er-ung, Anhäufung der »ermüdenden Stoffe« durch mangelhafte Cirkulation etc., en Ermüdung) setzen sie herab.

Der normale Reiz für den Muskel geht stets von seinem motorischen n aus. Man war der Ansicht, dass es keine eigene Muskelerregbarkeit gäbe, lle auf den Muskel, wie man sich vorstellte, nur scheinbar direkt wirkenden erst die im Muskel enthaltenen Nervenendigungen und nur durch deren ttelung indirekt den Muskel in den Erregungszustand versetzten. Es wurde diesen Gegenstand lange nach beiden Seiten gestritten; der Streit hat sich st absoluter Sicherheit für die direkte Muskelerregbarkeit entschieden.

Kühne vor allem hat die beweisenden Thatsachen dafür gewonnen. Er fand anz nervenlosen Muskelstücken, wie bei dem Ende des Frosch-Sartorius, m bisher das beste Mikroskop keine Nerven entdecken kann, dass sie auf in Thätigkeit versetzt werden können. Er fand Stoffe, welche nicht den en Muskel, jedoch den Nerven erregen und umgekehrt. Kölliker hatte schon r gefunden, dass das südamerikanische Pfeilgift: das Kurare, die intramus-en Nervenendigungen tödtet, ohne darum die Muskelirritabilität aufzuheben. den sich Kontraktionen bei absterbenden Muskeln, welche auf die Reizstelle ränkt bleiben, ohne Rücksicht auf den Verbreitungsbezirk der an diesen n verlaufenden Nervenfasern, die meist zu der Zeit ihre Erregbarkeit schon ren haben (Schiff, S. 624). J. Rosenthal hat gezeigt, dass zur Erregung Muskels selbst ein ziemlich viel stärkerer elektrischer Reiz nothwendig ist, enn der Reiz vom Nerven aus wirksam wird, was leicht bei mit Kurare ver-en Muskeln zu beweisen ist. Die Stärke der Kontraktion nimmt durch das dten der Nervenenden nicht ab.

Die Lehre von den Muskelreizen hat für die Physiologie der Kontrak- eine hohe Bedeutung, da sie uns Fingerzeige dafür giebt, auf welche Weise uns das Zustandekommen der normalen vom Nerven aus erregten Muskel-ung zu denken haben.

Ausser dem normalen Nervenreize setzen den Muskel vor allem elektri
Reize und zwar rasch eintretende Schwankungen der Intensität auf den
wirkender elektrischer Ströme in Erregung, wie das plötzliche Schliesse
Oeffnen eines konstanten Stromes. Tetanus kann durch rasch auf einand
gende Schliessung und Oeffnung hervorgerufen werden (cf. thierische Elastici

Auch die plötzliche Einwirkung gewisser chemischer Substanzen
Muskelzuckungen hervor, und zwar erfolgt dies durch Applikation alle
stanzen, welche rasch Veränderungen in der chemischen Zu
mensetzung des Muskelinhaltes hervorbringen. Es sind di
allem Säuren, organische wie anorganische: Milchsäure und Salzsäure
schon sehr verdünnt; auch Metallsalze, alle Kalisalze schon bei stark
dünnung, in hoher Koncentration auch die Natronsalze. Verdünnte
cerin, Ammoniak, die Salze der Gallensäuren, destillirtes W
wenn es in die Muskelgefässe eingespritzt wird. Die meisten dieser Stoffe
vom Nerven aus gar nicht oder in anderen Koncentrationsgraden. Auch ein
liche Temperatursteigerung über 40 °C. wirkt auf den Muskel er
besonders leicht Berührung mit stark erhitzten Körpern: thermische
Mechanische Alterationen, plötzliche, gewaltsame Gestaltsveränderun
Muskelfaser: Druck, Quetschen, Zerren, Dehnen, bewirken Erregung (
im folgenden Kapitel).

Das Turnen vom Standpunkte der Gesundheitspflege.

Das Turnen, eine methodische Ausbildung des gesammten willkürlichen Mus
mes, wird vor allem zum Zwecke der Erzeugung erhöhter Kraft und Gewandheit d
pers geübt. Es hat diese Muskelübung einen sehr bedeutenden Werth für die Gesundh
Unsere gesellschaftlichen Zustände bedingen bei einer grossen Zahl der Männer ei
sitzende Lebensweise; die Arbeiten erfolgen entweder ohne Muskelanstrengung
nur ganz einseitiger. Noch mehr fehlt dem weiblichen Geschlecht besonders in den
und mittleren Ständen eine genügende Muskelbewegung. Am wichtigsten wird
der methodischen Muskelausbildung und Uebung für die Erziehung der Jug
den Schulen, in welchen sie zu übermässig langem Sitzen und Muskelunthätig
zwungen werden.

Diese Vernachlässigung in der Benützung und Ausbildung der ihrer Masse nach
sten Organe des menschlichen Körpers bleibt nicht ungestraft. Vor allem ist es die
mässige Cirkulation, welche unter dem Einfluss der Muskelunthätigkeit le
Blutvertheilung und Thätigkeitswechsel der Organe S. 380). Der Blutzufluss wird zu
Muskeln sehr bedeutend gesteigert. Indem sich das Strombette des Blutes in dem
Muskelsysteme erweitert, befindet sich eine grössere Menge von Blut in der gegeben
den Muskeln. Es werden dadurch die inneren Organe des Leibes: centrales Nerven
Lunge, Unterleibsorgane von einer übermässig angesammelten Blutfülle befreit,
ihre Funktionen beeinträchtigte, die zu ihrem regelmässigen Zustandekommen
einen fortwährenden Wechsel in der Menge des Blutes, das ihnen zugeführt w
langen. Vor allem zuerst macht sich, wenn die unthätigen Muskeln weniger Blut au
können, diese Störung der Cirkulation auf den Leberkreislauf, zu dessen Zustan
men die geringste Kraftsumme disponibel ist, geltend, von hier aus aber sowohl auf die
als noch stärker auf den Darm und die übrigen Unterleibsorgane, deren venöses Bl
die Leber abfliessen muss. Es bilden sich krankhafte Erweiterungen der Venen du
langsamer abströmende, sich gleichsam anstauende Blut. Die Anhäufung des ve
Blutes in den Unterleibsorganen giebt schliesslich Gelegenheit zu der Ausbildung des

sbildes, welches von Aerzten und Nichtärzten als sogenanntes »Hämorrhoidalleiden« ge-
htet wird, welches wir mit den mannichfaltigsten Störungen, namentlich auch bei dem
lichen Geschlechte, auftreten sehen.

Durch Muskelthätigkeit wird, abgesehen von dieser Blutentlastung der inneren Organe, die Ernährung der Muskeln gesteigert. Bei methodischer Uebung nehmen neben ge-
nder eiweissreicher Nahrung die Muskeln erstaunlich in kurzer Zeit an Masse zu. Dabei
nt das Fett des Körpers entsprechend ab, weil, solange verhältnissmässig viel Fett vor-
len ist, bei der Muskelarbeitsleistung vorallem Fett verbrennt (v. PETTENKOFER und VOIT).
Anwesenheit des Fettes setzt aber durch Verminderung der Gesammtblutmenge die
dationen im Organismus herab; je mehr wir dagegen Fleisch = Muskeln am Körper
n, desto energischer verlaufen diese Processe der organischen Verbrennung, auf wel-
schliesslich das Leben beruht. Die letztgenannten Forscher und HENNEBERG haben,
wir wissen, gezeigt, dass auch die Sauerstoffaufspeicherung im Schlafe bei
m muskelkräftigen, eiweissreichen Organismus bedeutender ist als bei unthätigen,
issarmen. Auf diesem Vorrath von Sauerstoff in den Organen beruht wohl zum Theil
Kraftgefühl, das Gefühl von Wohlsein, welches wir als das hervorstehende Charak-
tikum der Turner, Bergsteiger und Fusswanderer kennen.

ede Verbesserung der allgemeinen Muskelernährung macht ihren Einfluss auch auf das
geltend. Umgekehrt nimmt mit der Schwächung der Gesammtmuskulatur auch die
stungsfähigkeit des Herzens ab. Dadurch tritt in noch anderer Art, als oben
geben, eine Cirkulationsstörung ein. Die Blutcirkulation wird durch die geringere Energie
Herzaktion verlangsamt. In derselben Zeit strömt also an allen Organen weniger Blut
ber; die Zersetzungsprodukte der Organe, welche wir meistens als Hemmungen der
nthätigkeit kennen gelernt haben, häufen sich nothwendigerweise in gesteigertem Maasse
en Organen an. Vor allem machen die betreffenden Stoffe ihre störenden Wirkungen
die Muskeln und das Nervensystem geltend. Es treten durch ihre Anwesenheit in den
nen jene bekannten Zustände der Halbermüdung ein, welche als sichere Folge der
kelunthätigkeit erscheinen. Die Unlust zur Bewegung kann sich schliesslich bis zur wirk-
n Unfähigkeit dazu steigern. Die häufige Muskelschwäche des weiblichen Geschlechtes
ht zum Theil auf diesem Grunde. Für weniger angestrengte Muskeln habe ich direkt
n höheren Gehalt an den betreffenden ermüdenden Zersetzungsprodukten erwiesen.

Durch Muskelbewegung sehen wir zuerst vor allem die Herzaktion und die Athemthätig-
gesteigert. Die daraus folgende Beschleunigung der Blutcirkulation macht sich sogleich
die Diffusionsvorgänge zwischen Blut und Organen geltend. Die »ermüdenden Stoffe«,
che der Organzersetzung entstammen, werden abgeführt. Die thätigsten Muskeln im
anismus sind am ärmsten an diesen Produkten. Daher kommt es, dass die anfängliche
ast, die wir nach längerer Ruhe zur Muskelanstrengung fühlen, unter der Bewegung
st abnimmt, schliesslich verschwindet und in das Gefühl des Wohlbehagens übergeht.
Muskelanstrengung, welche wir sonst als einen Ermüdungsgrund kennen, wird hier zur
che des Kraftgefühles. Gleichzeitig beruht das Kraftgefühl auf der reichlichen Blut-
hr und Ernährung des thätigen Muskels. Nach einer ermüdenden Fusswanderung ist
Appetit und Durst bedeutend gesteigert: der Magen, dem für die Muskeln das Blut ent-
n wurde, bringt uns die daraus folgende Blässe seiner Schleimhaut zum Bewusstsein
343). Reichliche Nahrung führt im folgenden Schlafe zu einer reichlichen Anhäufung
Sauerstoff; wir erwachen dann nach Muskelanstrengung mit gesteigertem Kraftbe-
stsein.

Aehnlich, wie auf das Muskelsystem, wirkt die Muskelaktion auch auf die Nerven; jene
eigerte Reizbarkeit mit Schwäche, welche Jedermann als Erscheinung der Nervener-
dung kennt (cf. das folgende Kapitel), sind ebenfalls Folgen der Anhäufung der ermüden-
Stoffe im Nervensystem. Auch aus ihnen werden sie durch die gesteigerte Cirkulation
aschen. Am deutlichsten wird für die subjektive Empfindung diese Reinigung der Ner-
substanz durch Bewegung (gesteigerte Blutcirkulation) am Gehirne; objektiv (experi-

mentell) lässt sich dieselbe mit ihren Folgen an allen Nerven nachweisen. Wie ein hebt sich die geistige Missstimmung von der Stirne weg, wenn wir nach langer Berufsthätigkeit bei einer frischen Fusswanderung (Turnen) unserem Muskelsyst Recht gewähren.

Noch zwei heilsame Momente kommen im Gefolge der Muskelarbeit zur Gelt arbeitende Organismus verliert in sehr hohem Maasse Wasser und Wärme und erf Steigerung seines Wärmeabgabevermögens. S. 568 ist auf das letztere schon auf gemacht worden. Es rührt offenbar daher, dass die gesteigerte Blutzufuhr zu den rischen Organen des Körpers, zu den Muskeln, wobei auch eine Erweiterung der gefässe erfolgt, die Wärmeabgabe durch Steigerung der Wärmedifferenz zwischen erwärmten Körperoberfläche und der äusseren Umgebung (Luft etc.) vergrössert. mehrung der Wasserabgabe durch Muskelthätigkeit ist am schlagendsten durch Versuche v. PETTENKOFER's und VOIT's anschaulich gemacht worden. Sie haben ge im Gefolge der Muskelarbeit die Wasserabgabe nicht nur während der Arbeitsz sondern auch für die darauf folgende Zeit der Ruhe (im Bett) sehr beträchtlich werde. Sie fanden bei demselben Manne:

Die Wasserabgabe am Tage	während der	Ruhe	344,4	Gramm
„ „ „ „	„ „	Arbeit	1094,8	„
„ „ bei Nacht	„ „	Ruhe	483,6	„
„ „ „ „	„ „	Arbeit	947,3	„

Wir sehen, dass mässige Arbeit und Muskelbewegung den Organismus von sei Organen aufgespeicherten Wassermenge befreit, ebenso wie wir das von eiweissrei rung gesehen haben. Nach v. PETTENKOFER's Annahme ist aber der erhöhte Wa des Organismus eine disponirende Ursache zu verschiedenartiger Erkrankung. So auch nach dieser Seite die methodische Muskelanstrengung als Präservativmittel det werden.

Die sogenannte **Heilgymnastik** bezweckt, und sicher für entsprechende bedeutender Wirkung, eine methodische (passive) Uebung einzelner Muskeln un gruppen, welche durch krankhafte Verhältnisse in höherem oder geringerem Grad Ausbildung beeinträchtigt wurden. Da (passives) Dehnen und Zusammenpressen keln analog der Muskelzusammenziehung die Blutzufuhr zum Muskel steigert, ihm tes Ernährungsmaterial zuführt, so kann diese Art der Gymnastik ganz in dem Turnens etc. wirksam werden. Hauptsächlich wird es sich zur Unterstützung der elektrischer Muskel- und Nervenreizung empfehlen oder für geringere Fälle dere dung ersetzen können.

Zum Schlusse muss noch darauf aufmerksam gemacht werden, dass Alles, was der Muskelarbeit gesagt wurde, nur seine Geltung behauptet bei **genügender zeitiger (eiweissreicher) Ernährung**. Bei schlechtgenährten Individuen Arbeit den Organismus auf. Uebermässige Muskelanstrengung bei sonst (in der nügend scheinender Nahrung kann ebenfalls Anlass zu den verschiedensten Störun (cf. S. 219).

Zwanzigstes Kapitel.

Allgemeine chemische Nervenphysiologie.

(Chemische Physiologie der motorischen Nerven.)

Allgemeine Wirkungsweise der motorischen Nerven.

Die Bedingungen der Krafterzeugung liegen alle im Muskel selbst. Man könnte sich vorstellen, und in manchen krankhaften Fällen ist es wirk-so, dass die Muskeln auch im lebenden Organismus in Folge ihrer specifischen gbarkeit durch Reize, welche sie direkt treffen, in Thätigkeit versetzt werden. idiomuskulären einfachen oder tetanischen Zuckungen würden für den k des Organismus kaum Etwas zu leisten vermögen *). Nur dadurch wird die elkontraktion zu dem, was sie für den Organismus sein soll, dass sich die lnen Muskelzuckungen zweckmässig mit solchen anderer Muskeln verbinden. dadurch, dass sich gleichzeitig oder abwechselnd gewisse Muskelgruppen ahiren und erschlaffen, werden die Bewegungen hervorgebracht, auf denen rtsveränderung des gesammten Körpers zum Aufsuchen eines körperlichen sses oder Bedürfnisses, die körperliche Abwehr einer drohenden Gefahr be- Es sind die Nerven, welche die rohe Muskelkraft dem Principe der Zweck-igkeit unterordnen.

Wir finden im lebenden Organismus wie gesagt fast niemals eine Verwer- der specifischen Irritabilität des Muskels zu Bewegungsvorgängen, stets en diese vom Nervensysteme aus vermittelt. Es gab eine Zeit, in welcher glaubte, dass durch den Nerven dem Muskel eine Bewegungskraft vom Ge-aus zugesendet werde, welche im Muskel direkt in mechanische Arbeits-ng übergeführt würde. Man versteht so, wie man dazu kommen konnte, die e Erregbarkeit des Muskels zu bezweifeln, ihm nur die Rolle eines Kraft-tragungsmechanismus zuzutheilen. Einer der Hauptgründe gegen die An-e, dass die Nerven einfache Leiter einer Bewegungskraft seien, wie die Röh- welche den erhitzten Dampf unter den Kolben der Dampfmaschine führen, er, dass schon sehr minimale Reize, welche den ausgeschnittenen Nerven, so wie die Antriebe vom Gehirne aus den in normaler Verbindung befind-n, in Thätigkeit versetzen, hinreichen, um eine grosse Kraftleistung des dazu

---

*) Engelmann behauptet normale automatische Kontraktionen für den Ureter.

gehörigen Muskels herbeizuführen. Ein elektrischer Strom, dessen Bewe kraft kaum mit den feinsten Hülfsmitteln nachgewiesen werden kann, a = 0 ist, ist im Stande, vom Nerven aus wirkend, einen Muskel zum Heb grossen Gewichten, zu grossen mechanischen Leistungen zu veranlassen. An seits erreicht die Nervenerregung bald ein Maximum, über das hinaus s stärkere Zuckung des Muskels mehr hervorruft, sodass also mit der St der im Nerven strömenden Bewegungskraft keine Steigerungen in den Le des Muskels eintreten, wie sie doch erfolgen müssten, wenn die Muskel übertragene Nervenkraft wäre. Dabei ist die vom Muskel geleistete Ar weit grösser, als sie der Nervenkraft entsprechen würde. Wäre die Mu eine Uebertragung der Nervenkraft, so müsste sie, da bei allen Uebert vorgängen nothwendig ein Theil der zu übertragenden Kraft unverwende kleiner, nicht grösser sein, als letztere.

Das Kräfteverhältniss in Muskel und Nerven entspricht sonach den s ten Hemmungs- oder Auslösungsvorrichtungen bei Uhrwerken und Maschinen, durch welche mit einer minimalen Kraft eine ganze Reihe for der mechanischer Leistungen ausgelöst werden kann. Eine gespann welche ein Räderwerk in Bewegung setzt und dadurch Arbeit leistet, ihren Leistungen dadurch, dass man irgendwo einen unter den gegeb dingungen für sie unüberwindlichen Widerstand: eine Hemmung anbri der fortdauernden Spannung, unterbrochen werden. Ist die Hemmung tung zweckmässig eingerichtet, so genügt ein minimaler Kraftaufwand zur Seite zu schieben und das Uhrwerk in Gang zu setzen. Eine sehr kl wird dadurch Ursache verhältnissmässig sehr bedeutender Wirkungen. D kräfte der Feder werden durch das Wegräumen der Hemmung ausgelö im Muskel haben wir eine der im oben geschilderten Uhrwerke ähnlich fung von Spannkräften, die durch den Nerven ausgelöst werden. So wir, wie es möglich ist, dass der Aufwand von Nervenkraft nicht im V der Gleichheit steht zur erzeugten Muskelarbeit.

Die Nervenelektricität findet im folgenden Kapitel ihre Darstellung.

Zur Anatomie der motorischen Nerven.

Die Blutgefässe der Nerven sind in Anordnung und Zahl sehr den an den Nervenfasern und Nervenzellen. Bei ersteren sind sie sehr ähnlich wie bei dem Muskel in regelmässigen langen Maschen an den Fa laufend, die ganglienzellenhaltigen Nerventheile dagegen enthalten ein r vielverflochtenes Kapillarnetz (Fig. 178).

Man hat sich lange bemüht, die Endigungsweise der Nerve Muskeln zu erforschen. Die Untersuchungen von Kühne u. A. zeig die Nervenendigungen in direkte Berührung treten mit dem Inhalte de rohres. In allen quergestreiften Muskeln endet der Nerve unter de lemm unter Verschmelzung der Schwann'schen Scheide mit dem letzte Markscheide begleitet den Axencylinder bis zu dieser Stelle. Das Ende d cylinders entspricht einer Ausbreitung mit bedeutend vermehrter O welche im Allgemeinen durch eine flach ausgebreitete Verzweigung gebil

rvenendplatte ist bald mehr membranartig, bald einem Fasersystem bar. In den meisten Fällen ruht die Platte auf einer Sohle von Kernen örnigem Protoplasma (Fig. 179). Die Nervenendigung bildet in der Regel ontraktilen Substanz eine hügelförmige Erhebung mit nahezu kreisför- sis: den Nervenhügel.

Physikalisch-chemische Nerveneigenschaften.

Verständnisse der Lebensbedingungen des Nerven müssen wir seine en und physikalischen Eigenschaften in derselben Weise studiren, wie bei den bisher besprochenen Orga- chen und Muskeln gethan haben. mechanischen Eigenschaften, die wir r eingehenden Prüfung unterworfen interessiren uns weit weniger: Der Nerve ist von dem thätigen nicht in rm verschieden, es zeigt sich an ihm staltsveränderung analog der Muskel- on, die uns zu Untersuchungen über Elasticitätsverhältnisse veranlassen er ist keinem höheren Maass von Zug ck ausgesetzt, denen er durch eine e Festigkeit genügen müsste. Mit en Auge schon nimmt man an ihm tliche Querstreifung wahr, die den der FONTANA'schen Bänderung trägt nsehen einer senkrecht auf die Längs- aufenden regelmässigen Faltung oder ung der Fasern verdankt. Die Nerven s länger als es zur direkten Verbin- r Arbeitsorgane mit den Central- Rückenmark und Gehirn nöthig wäre, sich stattfindenden Gestaltsverände- er Glieder, die den Nerven zu dehnen durch Verstreichen dieser Fältchen anpassen können.

Fig. 178.



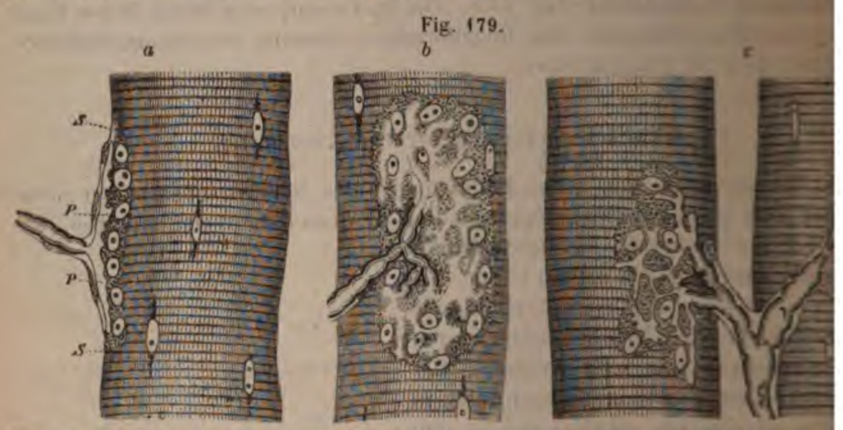
Gefässe der Hirnsubstanz des Schafes nach einer GERLACH'schen Einspritzung, *a.* der grauen, *b.* der weissen Substanz.

eigentliche Schwerpunkt ist auch bei der Untersuchung der Nerven hemischen Bedingungen ihrer Krafterzeugung zu legen, die zweierlei insofern wir einmal elektrische Ströme an ihnen in gesetzmässiger Rich- im Muskel beobachteten analog wahrnehmen (E. DU BOIS-REYMOND), die em Wechselverhältniss zu der Stärke der Lebenseigenschaften und der en Zusammensetzung der Nerven stehen und sich mit diesen ändern; rerseits die Nerven eine Kraft entwickeln sehen, als deren Resultat die on des dazu gehörigen Muskels oder die Empfindung in den nervösen ganen erfolgt.

SCHWANN'sche Nervenscheide scheint wie das Sarkolemma nicht aus er elastischer Substanz zu bestehen, sie zeigt sich ebenfalls weit lös- dieses.

Der Inhalt der Nervenröhren ist, wie aus allen bisherigen Untersuch
so wenig vollständig sie sein mögen, hervorgeht, ein äusserst zusammenges

Fig. 179.



Muskelfasern mit Nervenendigungen von Lacerta viridis. *a.* Im Profil gesehen. *PP* die Nervenendpl
aus granulirter Masse und Kernen bestehende Sohle der Platte. *b.* Dasselbe in der Aufsicht von einer g
Muskelfaser, deren Nervenende vermuthlich noch erregbar ist. Die Formen der mannichfach verzw
sind im Holzschnitte nicht durch so zarte und blasse Konturen wiedergegeben, dass sie der Wirklichkeit
könnten. *c.* Dasselbe wie es nach dem Tode des Nervenendes, sowie zwei Stunden nach Vergiftung
Dosen Kurare erscheint.

ebenso der Nervensubstanz, die Ganglienzellen in ihrer Masse enthält, di
verständlich isolirt nicht untersucht werden können.

Ueber die specifischen Eigenschaften der in der Nervenmasse vorko
Eiweissstoffe ist noch wenig Sicheres bekannt. Doch scheinen die
zellen mehr Eiweissstoffe zu enthalten als die Fasern, da die graue ke
Hirnmasse weit mehr Stickstoff enthält als die weisse, welche der Ha
nach aus Nervenfasern besteht (J. Ranke). Nach Hoppe-Seyler enthält
hirn Caseïn, auch die Anwesenheit von Myosin ist wahrscheinlich. Die
stoffe sind in der Nervenfaser im Axencylinder angehäuft. Im Nerven
das den Axencylinder umhüllt, findet sich Lecithin u
tagon, aus welchen durch weitere Zersetzungen d
masse der früher als Bestandtheile des Nervengew
schriebenen Stoffe entsteht (S. 66 und 77), vor al
cerinphosphorsäure.

Das Protagon bildet unter Umständen jene eig
lichen Gerinnungsformen im Nervenmark, die man
Namen Myelinformen belegt hat.

In der Gehirnoberfläche finden sich öfters
Stärkemehl ähnliche Körnchen, Corpuscula am
sie scheinen stickstoffhaltig (C. Schmidt) und färb
Iodkalium-Iodlösung schmutzig violett (Fig. 180).
sich auch Cholesterin.

Fig. 180.

Corpuscula amylacea aus dem Gehirn des Menschen.

Bibra erhielt aus dem Gehirne eine grosse Reihe von Fettsäuren,
sich nach ihren Schmelzpunkten verschieden verhalten, die zwischen
48°R. liegen. Ausserdem fand er eine ölige Säure, welche erst bei -
starrte und einen Körper, welcher erst bei 75° schmolz.

n Interesse ist der enorme Reichthum der Nervensubstanzasche er Phosphorsäure und phosphorsaueren Alkalien neben sehr geringen phosphorsauerer Erden, phosphorsaueren Eisenoxyds, Chloralkalien und lsaueren Kalis (Breed). Die Asche der an Nervenzellen reichen grauen sse scheint wesentlich verschieden von derjenigen der markhaltigen, Fasersubstanz, indem erstere nach Lassaigne stark alkalisch reagirt, letzter, von der freien Phosphorsäure herrührend. Der Nervenzelleninhalt das phosphorhaltige Protagon danach in geringen Mengen zu enthalten. vies diesen Mangel an Protagon direkt für die Nervenendplattensubstanz velche mit dem Axencylinder hierin übereinstimmt.

iologische Aenderungen in der chemischen Nervenzusammensetzung.

e beim Muskel, so haben wir auch bei den Nerven zu unterscheiden zwiem Zustand der Ruhe, dem Zustand der Thätigkeit und dem Zules normalen Absterbens. Der Zustand der Thätigkeit unterscheidet n dem Zustand der Ruhe äusserlich nicht, es sind nur innere Molekulare, welche die Nerventhätigkeit charakterisiren. Das chemische Verhalten vensubstanz ist im Allgemeinen dem der Muskelsubstanz ganz analog.

s **ruhende Nervengewebe** zeigt wie das ruhende Muskelgewebe einen fortnden Stoffwechsel. Es ist lange bekannt, dass das arteriell in das Nerven eintretende Blut aus diesem venös zurückkommt, also beladen mit den ten der organischen Gewebsoxydation, namentlich mit Kohlensäure. Die ıchungen von W. Müller konstatirten in dem Gehirne die uns meist schon m Muskelgewebe bekannten Stoffwechselprodukte: Inosit, Milchsäure, ısäure, Essigsäure, Kreatin, Harnsäure, Hypoxanthin, Leucin.

h habe nachgewiesen, dass das ruhende Nervengewebe (Gehirne von ı) ganz wie das Muskelgewebe eine Gewebsrespiration zeigt. Das rische Gehirn haucht Kohlensäure aus und nimmt dafür Sauerstoff aus der häre auf. Auf 24 Stunden berechnet fand ich die Kohlensäureabgabe im ım zu 7,73 Milligramm, die Sauerstoffaufnahme zu 2 Milligramm bei einem t der Nervensubstanz von 2 Gramm. Es existirt also auch hier, wie bei vebsrespiration und der Athmung im Allgemeinen keine genaue Kongruenz en dem aufgenommenen Sauerstoff und der abgegebenen Kohlensäure, 2 mm Sauerstoff sollten 11,3 Milligramm Kohlensäure liefern.

ber die Grösse des Stoffwechsels im ruhenden Nervengewebe gaben uns gebrachten Angaben den ersten Aufschluss. Meine neuen Untersuchungen en Blutgehalt der Organe lehrten uns, dass die ruhende Nervensubstanz und Rückenmark) ziemlich den gleichen Blutgehalt, bezogen auf ihr ewicht, haben wie die ruhenden Muskeln. Letztere enthalten (bei Kaninchen) tel 5,14 %, die Nervensubstanz 5,52 % Blut. Die Intensität des Stoffls wird sonach in beiden Gewebsgruppen nahezu identisch sein.

r **thätige Zustand der Nerven** unterscheidet sich von dem ruhenden Zustande eine Steigerung des normalen Organstoffwechsels. Funke und ich haben wiesen, dass die normal schwach alkalische zum Neutralen sich neigende on des ruhenden Nervengewebes durch starke Thätigkeit in eine saure

Reaktion sich umwandelt. Am deutlichsten ist diese Veränderung de
tion an den nervösen Centralorganen, doch fehlt sie auch an den Nerven
nicht. Die Versuche gelingen am besten am Frosch. In dem unverletzte
nismus tritt bei der Thätigkeit des Nervengewebes auch eine gesteigert
zufuhr zu demselben ein und zwar sowohl zu den nervösen Centralor
zu den Nervenstämmen. Der gesteigerte Blutzufluss führt das zur Erhö
Nervenstoffwechsels erforderliche Material: Sauerstoff und oxydable S
Eine Steigerung der Gewebsrespiration ist bei der Nerventhätigkeit n
festgestellt. Von weiteren Veränderungen in dem chemischen Verh
thätigen Nervensubstanz im lebenden Organismus habe ich bei Frösc
eine Veränderung im Wassergehalt der nervösen Centralorgane und
Wasserverminderung nachgewiesen, während dagegen bei den
stämmen eine Wasservermehrung durch den Tetanus, wie sie sich bei
kel findet, wahrscheinlich ist. Die centrale Nervensubstanz der Frösch
auch die graue Nervenmasse der Säugethiere und des Menschen normal,
reicher als das Blut. Bei der Steigerung der Diffusion zwischen den
flüssigkeiten und der centralen Nervensubstanz, wie sie durch den ge
Stoffwechsel bei der Thätigkeit der letzteren bedingt wird (S. 118), we
feste Stoffe aus dem Blute in jene eintreten und sie dadurch relativ wa
machen. Die Veränderungen des Wassergehaltes sind von dem grösste
auf die Nervenerregbarkeit. Eine Wärmebildung im thätigen Nerven
VALENTIN behauptet.

Der Zustand des Absterbens charakterisirt sich bei dem Nervengeweb
dem Muskel- und Drüsengewebe durch eine Vermehrung der Konsiste
BOIS-REYMOND) und Auftreten einer saueren Reaktion (FUNKE, J. RAN
bezeichnen diesen Zustand, analog wie bei dem Muskel, als Nerve
Auch bei diesem Zustande findet Kohlensäurebildung und Sauerstoffa
statt. Die Vermehrung der Konsistenz beruht auf der »Gerinnung« des
marks (Myelingerinnung) und auf Gerinnung der Eiweissstoffe im Axen
Die Starre löst sich in der Folge durch Fäulniss.

Es giebt bei dem Nerven wie bei dem Muskel auch eine Wärme
Erwärmt man die Gehirnmasse von Tauben auf 45—55 °C. so tritt ras
Reaktion ein. Erhitzt man dagegen rasch auf 100 °C., so bleibt wie bei
kel die Reaktion alkalisch (J. RANKE).

Die normale Erregbarkeit des Nerven, seine Fähigkeit durch einen Re
thätigen Zustand überzugehen, ist von seiner normalen chemischen Ko
bedingt. Die specifische Erregbarkeit des Nerven ist im Allgeme
sich aus den Untersuchungen J. ROSENTHAL's ergiebt (S. 639, Idiomusk
grösser als die der Muskeln, gleich starke Reize wirken auf den Nerve
erregend als auf den Muskel ein, dessen Nervenendigungen durch Kura
wurden.

Alle Veränderungen des normalen chemischen und
kalischen Verhaltens der Nervensubstanz bewirken z
eine Erhöhung, in der Folge eine Verminderung der Err
keit. Diese Erhöhung der Erregbarkeit darf nicht als eine Steigerung der
eigenschaften des Nerven betrachtet werden, sie ist im Gegentheil das e

er **Nervenermüdung**, deren zweites Stadium erst eine Herabsetzung der rkeit ist.

rungen in dem Nervenstoffwechsel und damit Erregbarkeitsveränderungen in, wenn der Nerve von seinem lebenden Centralorgane abgetrennt wird, er durch Schnitt oder durch Absterben des letzteren. Wir sehen hier seine rkeit zuerst beträchtlich zu-, dann bis zum Erlöschen abnehmen. Die tralorgan näher gelegenen Nervenstrecken zeigen diese Erregbarkeitsvergen früher als die entfernteren (RITTER-VALLI'sches Gesetz), Anlegen eines nitts beschleunigt den Ablauf des Vorgangs (J. ROSENTHAL). Ebenso wirkt rnde Unterbrechung der normalen Thätigkeit des Nerven: Ruhe, durch en oder Lähmung seines Erfolgsorgans. In beiden Fällen ist die normale ng der Nerven gestört, es zeigen sich, wenn der Nerve im Körper verin der Folge chemische und morphologische Veränderungen, die man als Degeneration bezeichnet. Auch durch die Thätigkeit wird die Ereit des Nerven zuerst erhöht, in der Folge vermindert, oder bei übermässiger gung sogar vernichtet. Auf die Wirkung anhaltender Thätigkeit kann durch ieder Erholung folgen; auf anhaltende Ruhe bringt, wenn die Erregbarh nicht vollkommen verloren ist, vorsichtig und langsam wieder eingeleitigkeit die Erregbarkeit zurück, ein Hauptprincip der Nerven- und ltherapie. Ganz analog ist die Wirkung der Wärme unter 45 °C. auf erven. Sie bewirkt zunächst eine Steigerung der Erregbarkeit, um so beler, je höher die angewendete Temperatur ist. In der Folge sinkt dann die rkeit, und zwar schneller bei höheren Temperaturen. Temperaturen über vernichten die Erregbarkeit um so schneller, je höher sie sind, bei 70 ° die Nerven augenblicklich. Bis zu 50 ° ist durch Wiederabkühlen eine rholung des Nerven möglich (J. ROSENTHAL, AFANASIEFF u. A.). Mecha- Alterationen: Zerren, Quetschen etc., erhöhen auch zunächst die Erreg- (J. RANKE und CORNET), um sie dann zu vernichten. Dasselbe ist von groben chemischen Nervenalterationen, z. B. Vertrocknen, bekannt. Ver- und plötzliche Temperatursteigerungen wirken als Reize (cf. unten).

Ursachen der Erregbarkeitsveränderungen liegen, wie gesagt, in chemischen Schwan- innerhalb der Nervensubstanz.

ch Absterben, durch Thätigkeit, durch Wärme, durch Vertrocknen geht die alka- Reaktion des Nerven, wie wir sahen, in eine saure Reaktion über. Hand in Hand Säurebildung gehen Veränderungen im Wassergehalt des Nerven, und es häuf ihm Kohlensäure an. Andererseits muss durch Mangel seiner normalen Thätig- e mit einer Säureproduktion verknüpft ist, die alkalische Reaktion des Nerven ert werden. Dazu kommt noch, dass aus den Gewebsflüssigkeiten Stoffe in die ner- Centralorgane eintreten können, z. B. Kalisalze, Harnstoff, Kohlensäure etc. (cf. oben), welche die Erregbarkeit wesentlich modificiren.

ne Versuche haben gezeigt, dass eine künstliche Ermüdung des Nerven mögt durch Imprägniren desselben mit denselben Stoffen, welche wir (S. 634) als »ermü- Stoffe« für den Muskel und eben erst als Stoffwechselprodukte der Nervensubstanz kennen haben. Auch bei der künstlichen Ermüdung der Nerven steigt, wie bei der natür- die Erregbarkeit zunächst an, um darauf zu sinken. Durch Neutralisation und Ausn der ermüdenden Stoffe kehrt die alte Erregbarkeit wieder zurück. Die ermüden- toffe für den Nerven sind: alle Säuren und Alkalien, sowie die saueren und chen Salze, von den neutralen Salzen die Kalisalze. Ebenso ermüdend wirkt jede Ver-

änderung im Wassergehalt, sowohl eine Zunahme als eine Abnahme desselben. Di
schen Veränderungen brauchen nur ganz minimal zu sein, um schon sehr wesentli
rungen in der Erregbarkeit herbeizuführen. Von der Kohlensäure beobachtete
nur eine die Erregbarkeit vermindernde Wirkung, die Nervencentralorgane sterbe
die Nervenstämme bleiben aber unter ihrer Einwirkung lange fortgesetzt in ve
Grade erregbar. Der Nerve bedarf wie der Muskel zur Erhaltung seiner Erre
längere Zeit keine Neuzufuhr von Sauerstoff, er besorgt zunächst seine phy
Oxydationen aus dem in ihm aufgespeicherten Sauerstoff (S. 633). Die Thätigk
ven, seine Ermüdung, seine Restitution nach Ermüdung durch Unschädlich
Entfernen der ermüdenden Stoffe verlaufen in einer Wasserstoffatmosphäre el
sauerstoffhaltiger Luft. Der Nerve bei höheren Temperaturen stirbt in Sau
rascher ab als in Wasserstoff (J. Ranke, Pflüger und Ewald), er verhält sich
dünner Muskel (S. 630).

Die Zunahme der alkalischen Reaktion tödtet den normalen Nerve
Ammoniakdämpfe tödten ihn ohne vorhergehende Erhöhung dsr Erregbarkeit.
aber auf einen künstlich oder physiologisch gesäuerten Nerven Ammoniakdämpf
so steigt, wie durch andere Alkalien, die Erregbarkeit des Nerven. Bei Nerve
künstliche Steigerung ihrer Alkalinität in ihrer Erregbarkeit herabgesetzt sind,
gegen Säuren die normale Erregbarkeit zurück. Es stimmen diese Verhältnisse
Zellenprotoplasma beobachteten (S. 406) vollkommen überein.

Die physiologischen und pathologischen Schwankungen der Nervenerregb
hen ebenfalls auf diesen chemischen Ursachen. Bisher ist davon vor allem
kung des Wassergehaltes der Nerven in verschiedenen Lebensaltern, be
ten etc. untersucht. Kindliches Alter und Ernährungsstörungen (Marasmu
schwäche) sind durch grösseren Wasserreichthum, manche Krankheiten, z.
mit einer Abnahme von Wasser in der Nervensubstanz verknüpft. Beide Ursach
zunächst eine Steigerung, zuletzt eine Schwächung der Erregbarkeit. Der mittl
Wassergehalt des Froschnerven beträgt 75% (Minimum 72%, Maximum 79%).
des Nervenlebens fand ich zwischen einem Wassergehalt von im Minimum
ximum 89%. Schon eine ganz geringe Menge ermüdender, in den Froschnerven
den Stoffe führt seinen Tod herbei: von neutralen Kalisalzen (Chlorkalium) be
Tod eines Froschischiadikus nur 0,2 Milligramm; von Säuren etwa 1 Milligramm
sten tödtet Phosphorsäure; von Kali 0,35 Milligramm. Es geht weiter aus de
hervor, dass der Nerve eine Säuerung, wie sie physiologisch im Tetanus
besser verträgt, als eine Zunahme seiner normal schwach alkalischen Reaktion.

Nervenreize.

Wie für den Muskel die normale Erregung stets von den Nerven
so werden den Nerven die Anstösse zur Erregung bei normalen Verhält
von den nervösen Centralorganen aus vermittelt.

Aehnlich wie der Muskel besitzt auch die Nervenfaser ihre eigene
sodass sie auch abgetrennt von den Centralorganen noch in den erreg
überzugehen vermag; unter normalen Bedingungen wird diese idio
regbarkeit jedoch ebensowenig zur Bewegungsvermittelung benützt w
muskuläre. Die Unterordnung der Bewegungen unter das Princip d
mässigkeit für die Bedürfnisse des Organismus ist also nicht sowohl d
fasern selbst als den nervösen Centralorganen übertragen. Ein mechan
auf die Kontinuität des Nerven ausgeübt, wie Durchschneiden, Zerr
Quetschen bringt Muskelzuckungen hervor, die aber ebenso wenig für

zu leisten vermögen, wie die durch direkte Reizung des Muskels entlen.

s Studium der Nervenreize hat selbstverständlich den Hauptzweck, den n Vorgang der Nervenerregung von den Ganglienzellen aus zu erklären. peutischer Hinsicht ist es nöthig, Nervenreize zu kennen, welche dann, ler Zusammenhang der Nerven mit den Centralorganen gestört und damit on der Nerven und Muskeln gehemmt ist, leicht gestatten, die betreffenden doch noch zeitweise in Thätigkeit zu versetzen, um sie den tödtenden kungen der Unthätigkeit zu entziehen. Auch für diagnostische Zwecke sind e Reizungen vonnöthen, um zu entscheiden, ob bei gewissen krankhaften len die Muskel- und Nervenerregbarkeit fortbesteht oder nicht. Zu den en Zwecken eignet sich vor allem die elektrische Reizung des Nerven fe von Intensitätsschwankungen, Unterbrechen und Schliessen eines kon- elektrischen Stromes. Ausgeschnittene Nerven und das Rückenmark reauch, wie wir sehen werden, auf sehr starke und sehr schwache Ströme, die onstanter Intensität längere Zeit durchfliessen (cf. folgendes Kapitel).

e chemischen Reize für den Nerven bedürfen alle einer stärkeren tration als die Muskelreize (Kühne). Als solche sind koncentrirte Lösungen neralsäuren, koncentrirte Milchsäure und Glycerin, Alkalien, Alkali- u nennen. Ammoniak- und Metallsalze, die den Muskel erregen, tödten den , ohne Zuckungen auszulösen. Auch Wasserentziehung (durch Salze) rtrocknung wirkt bei einem gewissen Stadium erregend. Höhere Tempe- tödten den Nerven bekanntlich, eine Temperatur von 40—45°C. erregt gegen, ohne zu tödten.

ur Erregung des Nerven ist es erforderlich, dass rasch chemische (oder alische) Aenderungen in ihm eingeleitet werden (cf. Muskelreize S. 639), rimär eine Erhöhung seiner Erregbarkeit hervorrufen. Von hlensäure und vom gasförmigen Ammoniak beobachteten wir bei nor- Nerven sogleich Verminderung, resp. Vernichtung der Erregbarkeit, sie in Folge davon keine Erregung der Nerven hervor. Der Vertrocknungs- ärmereiz könnte vielleicht in dem durch sie veranlassten Auftreten einer im Nerven beruhen, welche wohl auch als der normale physiolo- e Reiz des Nerven, sowie der Ganglienzellen und der Muskeln, angeen werden kann, da wir sahen, dass in ihnen eine Säure im Tetanus ent- Die rasche Bildung der Säure bei der Muskelaktion könnte vielleicht auf lytischer Zersetzung vom Nerven aus beruhen.

III. Thierische Elektricität.

Einundzwanzigstes Kapitel.

I. Der Muskel- und Nervenstrom.

In der Betrachtung der Lebenseigenschaften der Muskeln und Nerv den schon mehrmals die elektrischen Ströme an diesen Organen erwähnt Vorhandensein und gesetzmässigen Verlauf sowie ihre Veränderung Wechsel der Lebensbedingungen der Organe, in denen sie sich finden, Bois-Reymond der Wissenschaft gelehrt wurden.

Ein näheres Eingehen auf diesen Gegenstand wurde bisher darum weil die betreffenden Erscheinungen, so innig sie mit dem physiologisch halten der Organe zusammenhängen, doch ein abgeschlossenes Forschun für sich darstellen, seitdem du Bois-Reymond das Grundgesetz für die motorischen Wirkungen erkannt und dargestellt hat.

Es liegt uns die Zeit nicht ferne, in der man die Lebensvorgänge al Spiel elektrischer Kräfte — elektrischer Spannungen, elektrischer Ströme fassen zu müssen meinte. Mit welcher Energie und welchem Zeitaufwand damals diese elektrischen Ungleichartigkeiten, die Alles erklären zu können gesucht. Die wesentlichste Frucht dieser Bemühungen war die Entdeckung der Frosch einen elektrischen Strom: Froschstrom zeige, der Füssen zum Kopf verläuft.

E. du Bois-Reymond entdeckte, dass alle lebenden Nerven und keln wahre Elektromotore seien, dass ihre elektrische Kraft d Stärke ihrer sonstigen Lebenseigenschaften entspreche und mit dem T höre. Mit der Ruhe und Thätigkeit der Muskeln und Nerven zeigt das motorische Verhalten derselben einen gesetzmässigen Zusammenhang. D nannte Froschstrom ist das Gesammtresultat der elektrischen Muskel- und ströme. Die elektrischen Ströme in Muskeln und Nerven finden sich bloss bei den kaltblütigen, sondern sind den Muskeln und Nerven all untersuchten Thiere, auch des Menschen eigenthümlich.

Zur Geschichte der thierischen Elektricität.

In keinem Gebiete der Naturforschung hielt sich eine wissenschaftliche Myst als in dem uns vorliegenden. Hochtrabende Hypothesen, auf mit halbem Aug Trugbilder gestützt, bildeten bis auf unsere Tage die Hauptmasse ihres wissens

'sche Elektricität war fast Nichts als eine Reihe mehr oder weniger
'd daran sich knüpfender Vermuthungen. Als Wissenschaft ist
n Entdeckungen du Bois-Reymond's datirend. Sein Werk:
'ektricität, erschien 1848.

nus waren es die statisch-elektrischen Erschei-
welche die Wünsche und Hoffnungen derer gerichtet
rischen Elektricität befassten (E. du Bois-Rey-
ierischen Theilen: Federn, Pelz, getrockneten
d glaubte, wenn dies gelang, damit die
an die im Nerven wirksame Kraft nannte,
eben Beobachtungen herbei, die oft
zu schaffen hatten: das Leuchten
'zen der Augen eines Zornigen etc.
gestellte Versuche sind jedoch aus jener
einen Isolirstuhl und untersuchte, ob an ihnen
ner Art nachweisen lasse. Hier steht an der Spitze
ate keine Regelmässigkeit in den elektromotorischen Erschei-
e kurzweg richtig der Reibung der trockenen, leicht elektrisirbaren
eidern, z. B. bei dem Athmen, zu. Hammer und Gardini wollten in einer
unabhängig von einander gemachten Untersuchungen bei Gesunden als das
ne positive Elektricität gefunden haben. In Krankheiten solle diese verschwinden
mkehren (1791—98). Ahrens machte unter Pfaff's Leitung (1817) mit den besten
n und der grössten Sorgfalt ähnliche Untersuchungen, in denen er die positive
des gesunden Menschen bestätigte. Abends, bei reizbaren Menschen, nach dem
stiger Getränke, ist die Menge der Elektricitat grösser. Die Frauen sind häufiger
ktrisch als die Männer, ohne dass man jedoch hierin eine feste Regel gefunden
z d. J. hat diese Versuche wiederholt und fand stets auch bei den Leichen posi-
icität, er leitete sie von der mit dem Versuche nothwendig verknüpften Reibung
ermis ab (1834). In neuerer Zeit sind von Meissner in dieser Richtung Versuche
ht worden.

n diesen Beobachtungen geht unstreitig hervor, dass bei Anstellung der betref-
suche ein Quell von vornehmlich positiver Elektricität gegeben sei. Es
ss diese aber in der Reibung an den Kleidern und Apparaten beruhe. Man ist
en Beobachtungen im Stande, den Körper des Menschen auf dem Isolirschemel
einbar vollkommen zu entladen und durch Reiben an der trockenen Epidermis;
aber durch Bürsten der Haare dem Körper seine positive Elektricität wieder zu
Steigt zu einer vollkommen entladenen Person eine noch geladene auf den Isolir-
o strömt auf erstere ein Theil der Elektricität der anderen Person über, die vor-
ne zeigt sich wieder geladen. Bei dem Wiederherabsteigen der zweiten Person
erste in manchen Fällen mit negativer Elektricität geladen zurück.' Sowie die
t wird, z. B. bei stärkerer Körperbewegung, bei feuchter Luft, fehlt alle Spur von
selektricität. Die ganze Frage selbst hat darum für die Physiologie wenig oder
rth, weil die Spannungselektricität, wenn auch solche im Körper, wie sehr wahr-
ist, sich bilden sollte, beständig mit der Erdelektricität sich ausgleichen muss,
eine Isolation stattfindet, sodass sich also nie irgendwie beträchtliche Mengen an-
nen. Uebrigens ist die Spannungselektricität zur Hervorrufung von örtlichen
, worauf es in den Organismen allein ankommen würde, nicht geeignet.

Jut und thierische Absonderungen wurden auf freie Elektricität unter-
elbstverständlich erst nach dem Herausnehmen aus dem Körper entstanden sein
diesem die Bedingungen der elektrischen Isolation nicht gegeben sind. Harn und
r Spinnen fand man negativ elektrisch, das Blut positiv.

besprochenen elektrischen Erscheinungen haben mit dem Lebensvorgange

Nichts gemein. Sie bestehen noch fort nach dem Tode des Organismus. E. DU B
hat das Gebiet der thierischen oder physiologischen Elektricität auf nur jene Er
elektrischer Natur beschränkt, welche an Thieren oder an Theilen derselben, w
im Besitze ihrer Lebenseigenschaften sind, im unmittelbar
menhang der Ursache und Wirkung mit den Vorgängen des Le
genommen werden können. Es gehört demnach zur Definition, dass die fraglic
nungen mit dem Schwinden des Lebens mitschwinden und gänzlich erlöschen

So bleiben denn auch jene Erscheinungen elektrischer Ströme in Organ
schlossen als ein eigenes Grenzgebiet, welche nach dem Tode noch fortbesteh
in dem postulirten Zusammenhang mit dem Leben stehen, aber doch gerade
Tode schon im lebenden Organismus bestanden haben können. Sie sind als
vorgänge von Processen anzusehen, welche durch das Leben eingeleitet wurd
gehören die von ALEXANDER DONNÉ entdeckten elektrochemischen Strömung
des Körpers zwischen Absonderungsorganen von verschiedener chemischer Re
Ströme gehen noch fort an den ausgeschnittenen ja faulenden Eingeweide
oder alkalischer Beschaffenheit. Es ist noch fraglich, ob diese Ströme sc
Bedingungen des Versuches, vor der Verbindung mit dem stromableitenden B
den waren, sodass es sehr wenig zulässig erscheint, sie zur Erklärung für p
Vorgänge zu benützen, wie es z. B. der Natur gelingt, sauere und alkalische
abzusondern.

Das Wesentlichste in der ganzen Entwickelung der thierischen Elektricität
REYMOND ist die Entdeckung der »Zuckung ohne Metalle« und des sogenannten
mes«, des elektrischen Stromes, der sich an dem Gesammtfrosche zeigt, solang
besitze seiner Lebenseigenschaften ist.

Diese Entdeckungen, welche mit der des Galvanismus überhaupt zusamm
hören GALVANI und der Bologneser Schule an. Im September des Jahres 1786
mit seinem Neffen CAMILLO GALVANI beschäftigt, die Einflüsse der Luftelektricit
des Blitzes, auf das noch jetzt als GALVANI'sches Präparat bezeichnete F
zu studiren, welches aus den enthäuteten noch mit dem Rückgrat zusammenhäng
schenkeln des Frosches, besteht. Es wurde an einem kupfernen Haken bef
eisernen Gitter des Landhauses von GALVANI, wo die Versuche angestellt wurde
gen. Sowie sich die beiden Metalle berührten, trat ein Zucken des Präparates
kam durch dieses Phänomen auf den Gedanken der thierischen Elektricität,
mit einer solchen Nichts gemein hatte, sondern vielmehr die Entdeckung de
Ströme war, welche ihren Grund in den Ungleichartigkeiten der Metalle hab
entging dieses Gesetz, und zwar um so leichter, da er auch Zuckungen eintret
dem Präparate ein Bogen aus einem, wie es schien, vollkommen gleichartigen M
wurde, sodass das Zuckung-Erregende bei diesen Versuchen nur die im gleich
strömende, abgeleitete thierische Elektricität selbst scheinen konnte.

VOLTA, der sich anfangs begeistert den Ansichten GALVANI's angeschlosse
deckte bei ungleichartigen Metallen — in GALVANI's Versuch waren es Kupfer
den wahren Sachverhalt, dass durch ihre Berührung elektrische Ströme erzeug
die Reizung des Froschpräparates hervorgebracht hatten, und wies durch sein
nach, dass auch scheinbar gleichartige Metallkörper aus ein und demselben M
allerlei, wie man glauben könnte, unverfängliche Kleinigkeiten, wie Rost, V
schiede, Politur und Rauhheit, verschiedene Härtegrade, wie sie durch ungl
mern hervorgebracht werden, so ungleichartig werden können, dass ein gen
Strom entsteht, um das Muskelpräparat zu erregen.

Jetzt erst entdeckte GALVANI den wahren Grundversuch der Elektrophys
Zuckung ohne Metalle, und wurde so der wahre Urheber der neuen Dis
seiner Meinung nach schon Jahre vorher begründet hatte. Er beschreibt diesen
gendermaassen: »Ich richtete das Thier nach der gewöhnlichen Weise zu,

dnerven dicht an ihrer Austrittsstelle aus dem Wirbelkanal ab und trennte beide Beine nander, sodass jedes mit seinem Nerven gesondert zurückblieb. Sodann krümmte n einen Nerven in Gestalt eines Bogens, hob den anderen mit dem gewohnten Glas- en auf und liess ihn auf den von dem anderen gebildeten Bogen in der Weise fallen, r diesen in zwei Punkten traf, deren einer der Querschnitt des ruhenden en war. Ich sah das Bein des fallenden Nerven und manchmal auch beide Beine n. Der Versuch glückt, wenn beide Beine vollständig isolirt sind und durchaus keine Verbindung mit einander haben, als durch die Berührung der Nerven auf die vor- riebene Weise. Welche Ungleichartigkeit wird hier nun zur Erklärung zu Hülfe ge- en werden, wo die blossen Nerven mit einander in Berührung kommen?«

r Bogen, den GALVANI in diesem Falle den Nerven anlegte, war der Nerve des anderen s. Er leitete durch ihn wirklich einen elektrischen Strom ab zwischen Quer- itt und einem Stücke Längsoberfläche des Nerven, wodurch die Zuckung te. Damit war der Sachverhalt angedeutet, der sich nach den Untersuchungen E. DU REYMOND's zur Gesetzmässigkeit des Muskel- und Nervenstromes entwickelte.

LTA blieb auch diesem Experimente gegenüber zweifelnd. Er suchte auch dieses, das t als durch den mechanischen Reiz des Auffallens entstanden ausschliessen zu können te, später, als er die Unzulänglichkeit dieser Erklärung einsehen gelernt hatte, aus der ung ähnlicher zufälliger Ungleichartigkeiten der Präparationsmethode entstammend zu en, wie sie bei der Anlegung von Metallen als der Grund elektrischer Ströme von ihm nt worden war.

ch GALVANI's Tode (1798) kam trotzdem, dass sein Neffe ALDINI und ALEXANDER UMBOLDT die Untersuchnngen aufgenommen hatten, die ganze Frage, besonders da- , dass sich neben so bedeutenden Namen unberufene Hände eingemischt hatten, und mehr in Misskredit oder Vergessenheit, bis 1827, wo LEOPOLDO NOBILI die elektro- tische Wirkung des Froschstromes an dem neuentdeckten Multiplikator, dem er Anwendung der astatischen Doppelnadel einen bis dahin ungeahnten Grad von Emp- lichkeit für den elektrischen Strom ertheilt hatte, darthat. Schon VOLTA hatte gezeigt, man den GALVANI'schen Grundversuch auch noch in anderen als der von dem Ent- r angegebenen Weise demonstriren könnte. NOBILI wiederholte diesen Versuch, indem ALVANI'sches Präparat mit Wirbelsäule und Füssen in je ein Gefäss mit Wasser oder sung getaucht, zuckte, wenn zwischen den beiden Gefässen mit einem Asbest- oder wollendocht geschlossen wurde. Indem er in die Gefässe mit Salzwasser auf ihre artigkeit geprüfte Platinenden eintauchte, die mit seinem Multiplikator verbunden , erhielt er eine Nadelablenkung, die einen Strom von den Füssen nach dem Kopfe von den Muskelmassen der Beine zu dem Rückgrate, den Nerven anzeigte. ie Versuche von MATTEUCCI, an welche sich die Entdeckungen DU BOIS-REYMOND's an- essen, brachten vor allem den neuen Beweiss, dass die Nerven, auf deren Vorhanden- man Werth gelegt hatte, zu dem Entstehen des elektrischen Stromes des Gesammtfro- s unnöthig sind, sodass die Stromentwickelung auf den Muskel sich beziehen liess, die it den elektrischen Apparaten mancher Fische verglich.

n Januar 1843 erschien DU BOIS-REYMOND's »Vorläufiger Abriss einer Untersuchung über Froschstrom und die elektromotorischen Fische«, dem im Jahre 1848 der erste Band der ersuchungen über thierische Elektricität« folgte.

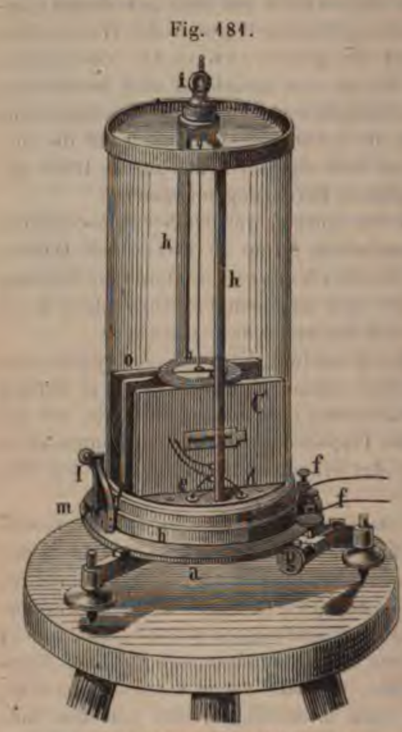
Zur Methode.

as erste Erforderniss zum Nachweis so zarter elektromotorischer Eigenschaften, wie Ströme der Nerven, sind ausser einem, nach E. DU BOIS-REYMOND's Vorgang gebauten tiplikator mit möglichst vielen Windungen — bis 32000 — mit möglichst asta- chem Nadelpaare noch gleichartige Elektroden, um vor Strömen aus den Un-

gleichartigkeiten der Multiplikatorenden entspringend sicher zu sein (Fig. 181).
MOND's **unpolarisirbare Elektroden**, Zinktröge mit koncentrirter Zinkvit
füllt entsprechen dem Bedürfniss voll
sind nicht nur sehr leicht galvanisch
erhalten, sondern nehmen unter de
der mit ihrer Hülfe geprüften Elektr
keine Polarisation an, welche, den p
men entgegengesetzt gerichtete Stro
Versuche von solcher Zartheit, wie
kommenden, wesentlich zu stören in
len sogar zu vereiteln vermögen. P
welche in die Zinkvitriollösung tau
mit ihr imbibiren —, bedeckt mit fe
blättchen, die zu dem Zweck mit de
plastischem, mit 1 % Kochsalzlösun
Thone geformt werden, dienen dazu
elektromotorischen Eigenschaften
Gebilde schliesslich mit dem Multipli
Drähte in die Zinktröge metallisch
zu verbinden. So hat die Wissens
ein Mittel, auch äusserst geringe Str
das Auge sichtbar, in ihrer Intensitä
machen.

In neuerer Zeit werden neben d
kator mit astatischem Nadelpaare,
elektrische Versuche auch vielfach M
anderer Konstruktion, z. B. MEISSNER
trogalvanometer oder die W
Bussole benützt, welche beide an S
deln schwerere ringförmige Magnet
welche durch genäherte Magnetstäbe
macht werden. Bei beiden Instrumenten geschieht die Beobachtung mit Skala

Fig. 181.



DU BOIS-REYMOND's Multiplikator.

Die Multiplikatoren in dieser Weise angewendet haben Manches vor dem frü
schliesslich benützten Froschschenkel mit dem dazu gehörigen Ischiadnerven
Froschpräparat, welches man nun nicht mehr in der Weise GALVANI's, sonder
dass an dem enthäuteten Unterschenkel der Ischiadnerve in seiner ganzen L
Wirbelkanal erhalten wird: der stromprüfende Froschschenkel, das **physi**
Rheoskop ist durch ihn jedoch durchaus nicht aus der Untersuchung der
Gewebseigenschaften verbannt. Es hat den bemerkenswerthen Vorzug vo
tiplikator, dass es plötzliche, plötzlich vorübergehende Schwankungen in der I
vanischer Ströme noch durch eine eintretende Zuckung zur Erscheinung bringt
die Multiplikatornadel, durch das ihr innewohnende Trägheitsmoment verhinde
antworten vermag. Wir werden Gelegenheit finden, mit dem Multiplikator gew
tate mit dem stromprüfenden Froschschenkel einer näheren Analyse zu unterw

Der Muskel- und Nervenstrom.

Trennt man nach E. DU BOIS-REYMOND aus einem frischen, **par**
srigen Muskel ein beliebig dickes oder dünnes Faserbündel und
es an dem einen Ende mit einem senkrecht auf die Faserrichtung geführt
einem **Querschnitt**, und legt dann die beiden unpolarisirbaren Elektr

indlichen Multiplikators von mindestens 5000 Windungen so an das Muskel-, dass die eine einen Punkt der Längsoberfläche, die andere einen Punkt Querschnittes berührt, so erfolgt eine Ablenkung der astatischen Nadeln, he einen elektrischen Strom: den starken Strom anzeigt. Derselbe geht m ableitenden Bogen — den Elektroden, Drähten und dem Multiplikator — Längsschnitt des Muskels zum Querschnitte, im Muskel selbst also Querschnitt zum Längsschnitt: es verhält sich also der gsschnitt positiv gegen den Querschnitt.

Man erhält Ströme: schwache Ströme, wenn man zwei zu dem idealen lsten Querschnitt des Muskels, dem Aequator, unsymmetrisch gelegene te des Längsschnittes in der angegebenen Weise mit dem Multiplikator ndet. Die Ströme verlaufen im Muskel von dem dem Querschnitt er gelegenen Ableitungspunkt zu dem dem Aequator näher genen Ableitungspunkt oder zum Aequator selbst. Auch der (künst- Querschnitt zeigt solche schwache Ströme. Zwischen zwei unsym-sch zur Axe, d. h. seinem idealen Mittelpunkt, gelegenen Punkten zeigt ein Strom; der im Muskel von dem der Axe näher gelegenen kt oder der Axe selbst zu dem von der Axe entfernteren (dem schnitt näheren) Punkte verläuft. Dem Querschnitt näher gelegene te verhalten sich elektromotorisch sonach zu entfernteren analog wie Punkte Querschnitts, sonach verhalten sich auch die dem Längsschnitt näheren Punkte Querschnitts zu entfernter davon gelegenen analog wie Punkte des Längs-tts, sodass das Gesetz dieser Stromentwickelung als ein einheitliches erscheint.

Ganz wie der Muskel verhält sich der Nerve, das Gesetz des Muskel-ms ist auch das Gesetz des Nervenstroms. Die Ströme am künst- Querschnitt, die unten zu besprechenden Neigungsströme, ebenso ein wah-atürlicher Querschnitt sind beim Nerven jedoch noch nicht nachgewiesen.

Der Strom ist um so stärker, je dicker und länger das Muskelstück ist, von man ihn ableitet.

Den starken Strom erhält man auch, wenn man statt des künstlichen Längs-ttes den natürlichen, die natürliche Längsoberfläche des Muskels mit der Elektrode verbindet. Man braucht also zum Nachweis des gesetzmässig hteten Stromes nur an einem unversehrt heraus präparirten Muskel einen schnitt anzulegen und Längsoberfläche und Querschnitt mit den Multiplika-den zu verbinden. Wie es am Muskel einen natürlichen Längsschnitt, giebt es auch einen natürlichen Querschnitt: die Sehne, von der man ebenso wie von dem künstlichen Querschnitt Ströme in gesetzmässiger tung erhält. Die Sehne ist negativ gegen die Längsoberfläche ihres Muskels, t aber oft weit schwächer als der künstliche Querschnitt (wegen der par-tromotorischen Schichte cf. unten).

Du Bois-Reymond selbst fasst das Gesetz des Muskelstromes in folgende Sätze zusammen:

E. du Bois-Reymond's Gesetz des Muskel- und Nervenstromes.

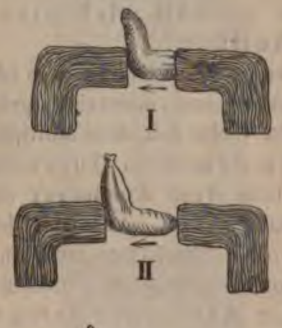
I. Wirksame Anordnungen.

A. Starke Ströme.

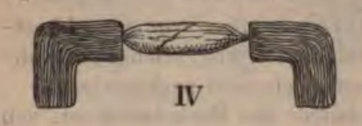
ird ein beliebiger Punkt des natürlichen oder künstlichen Längsschnittes eines Muskels ...nem gleichfalls beliebigen Punkte des natürlichen oder künstlichen Querschnittes des-

selben Muskels dergestalt in Verbindung gebracht, dass dadurch keine Spa wird, so zeigt eine in den unwirksamen leitenden Bogen eingeschaltete strompr richtung gleichwohl einen Strom an, der von dem Punkte des Längsschnittes in zu dem Punkte des Querschnittes gerichtet ist.

Fig. 182.









Ableitung des Muskelstromes I, II, III wirksame Anordnungen; IV, V, VI unwirksame Anordnungen; I. Querschnitt und Längsschnitt; II. Sehne und Längsschnitt; III. zwei vom Aequator verschieden weit abliegende Punkte des Längsschnittes. IV. Zwei Sehnen (natürliche Querschnitte). V. Zwei künstliche Querschnitte. VI. Zwei symmetrisch zum Aequator gelegene Punkte.

B. Schwache Ströme.

a. Ströme des Querschnitts (am Nerven nicht nachgewiesen).

Wird ferner ein Punkt eines natürlichen lichen Querschnittes eines Muskels auf d Weise in Verbindung gebracht mit einem and desselben Querschnittes, oder einem Punk deren natürlichen oder künstlichen Quers selben Muskels, den wir als Cylinder den und sind beide Punkte von dem Mittelpunkt die die senkrecht auf die Axe des Cylinder Querschnitte darstellen, ungleich weit entfer die stromprüfende Vorrichtung abermals an, der aber viel schwächer ist als der vor und von dem weiter vom Mittelpunkte entfer in dem Bogen, zu dem ihm naher gelegenen

b. Ströme des Längsschnittes.

Wird drittens ein dem geometrisch mi schnitte des Cylinders, den der Muskel vor gelegener Punkt des natürlichen oder künstli schnittes auf die nämliche Weise in Verbindu mit einem entfernter von jenem Querschni Punkte des natürlichen oder künstlichen Lä desselben Muskels: so zeigt die stromprüfen tung abermals einen Strom an, der viel s als zwischen beliebigen Punkten des natür künstlichen Längs- oder Querschnittes, der verschiedenen Punkten eines oder zweier oder künstlichen Querschnitte aber an St kommt, und von dem dem mittleren Quersc gelegenen Punkte in dem Bogen, zu dem da teren gerichtet ist.

II. Unwirksame Anordnung

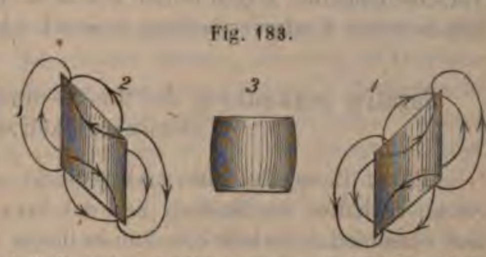
Die stromprüfende Vorrichtung bleib Ruhe, wenn die beiden durch den unwirks den Bogen verbundenen Punkte auf einem natürlichen oder künstlichen Querschnitt Abstand vom Mittelpunkte, oder auf dem oder künstlichen Längsschnitte gleichen A mittleren Querschnitte haben.

III. Neigungsströme.

In den letzten Jahren (1865 und 186 Bois-Reymond noch eine neue Art der Str gelehrt, die **Neigungsströme**, deren folgendermaassen darstellt:

ichtet man einen cylindrischen Muskel durch zwei parallele, schräg gegen die Axe ge- e Schnitte so zu, dass die Duchschnittsfigur einer durch die Axe senkrecht zu den itten gelegten Ebene ein Rhombus ist, so entfaltet der Muskel neue elektromotorische schaften. Die Punkte der Muskeloberfläche nahe den beiden stumpfen Rhombus- n verhalten sich nämlich stark positiv gegen die Punkte nahe den beiden spitzen mbusecken, gleichviel ob die Punkte dem Längsschnitt oder den schrägen Quer- itten angehören. Der Gegensatz chen Längs- und Querschnitt be- dabei fort, aber wegen der Schräge letzteren in geringerem Maasse. so bestehen fort am Längs- und schnitt die sogenannten schwachen ne vom Aequator nach den Grenzen hen Längs- und Querschnitt, von n Grenzen nach den Polen. Die ungsströme summiren sich al- isch zu den Strömen vom Längs- Querschnitt und zu den schwachen

Fig. 183.



1. 2. Darstellung der Neigungsströme. 3. Muskelwürfel, der durch Dehnung zum Rhombus werden kann.

nen am Längs- und Querschnitt. Nicht nur die letzteren, sondern wegen ihrer Schwä- g, in Folge der Neigung des Querschnittes, auch die ersteren Ströme unterliegen dabei g den Neigungsströmen, sodass der Strom zwischen einem Längsschnittpunkte nahe r spitzen Rhombusecke und einem Querschnittspunkte nahe einer stumpfen Rhombus- nicht, wie er nach dem Gesetz des Muskelstromes sollte, ausnahmslos von ersterem letzteren Punkte, sondern zuweilen umgekehrt fliesst. Ja, so gross ist die den Neigungs- men zu Grunde liegende elektromotorische Kraft, dass man dieselben sogar über den n zwischen Längsschnitt und senkrechtem Querschnitt siegen sieht. Am Gastrocnemius Frosches (und anderer Thiere) treten wegen seiner schräg über einander gelagerten kelbündelansätze an der Sehne natürliche Neigungsströme auf. Ebenso entstehen Nei- sströme, wenn man einen Muskelwürfel rhombisch dehnt (Fig. 183).

Die elektromotorische Kraft der starken Muskelströme beträgt beim Froschmuskel Daniell, die Kraft der Neigungsströme steigt über 0,1 Daniell.

Der Muskelstrom gehört zu den wichtigsten Lebenseigen- ften des Muskels. Er ist nur dem lebenden, leistungsfähigen Muskel Nach dem Tode des Thieres nimmt die Stärke der Ströme seiner Muskeln und nach ab, und diese erlöschen endlich, wenn sich die Todtenstarre des ls vollkommen ausgebildet hat. Eine merkwürdige Erscheinung zeigt der noch oft vor seinem gänzlichen Erlöschen: eine Umkehr der Stromes- ung, sodass sich der Längsschnitt des Muskels nun negativ gegen den chnitt verhält. du Bois-Reymond hat den wesentlichen Zusammenhang des lstromes mit den übrigen Lebenseigenschaften des Muskels noch durch eine anderweitiger Thatsachen erhärtet: Alles Uebrige gleich gesetzt, ist der Strom stärker, je leistungsfähiger der Muskel ist. Er erlischt bei Säuge- en viel früher als bei Fröschen, bei den Vögeln noch früher als bei erste- Es erklärt sich dieses aus dem früheren oder späteren Auftreten der Todten- . Daher erlischt er auch nach Strychninvergiftung, nach welcher Brücke al früher als bei anderen Todesarten die Todtenstarre eintreten sah, weit ls nach anderen den Muskel nicht wesentlich alterirenden Arten der Töd- Durch Verbluten oder Erstickung, durch Vergiftung mit Schwefelwasser- etödtete zeigen schwächere Muskelströme als gesunde Thiere. Anhaltende ische Reizung des ausgeschnittenen Muskels, die dessen Leistungsfähigkeit

auch im übrigen rasch vernichtet, hat auch denselben Erfolg auf de strom. — Wir haben in vorausgegangenen Betrachtungen den Muske einen Beweis dafür erkannt, dass in dem ruhenden Organe schon beständ entwickelungen vor sich gehen, die in ihrem letzten Grunde auf Oxyd gängen beruhen. Es ist klar, dass der arbeitende Muskel auch in dieser Verschiedenheiten zeigen müsse von dem ruhenden, von dem er sich s lich in seiner Kräftevertheilung unterscheidet.

Negative Schwankung des Muskel- und Nervenstroms und die Lei geschwindigkeit der Erregung.

Es ist E. du Bois-Reymond geglückt, zu zeigen, dass sich das el rische Verhalten des Muskels und der Nerven während ihrer Thätigke lich verschieden verhält von dem in ihrem ruhenden Zustand zu beob

Die thätigen Muskeln und Nerven zeigen **eine Abnahme tive Schwankung** ihres am Multiplikator ableitbaren elek Stromes.

Liegt der Muskel mit Quer- und Längsschnitt auf den Bausche polarisirbaren Elektroden des Multiplikators, so wird, wie wir geseh die Magnetnadel durch den Muskelstrom abgelenkt. In dem Augenblick chem der Muskel vom Nerven aus irgendwie durch physiologischen, ch mechanischen oder elektrischen etc. Reiz in tetanische Zusammenzie bracht wird, schwingt die Nadel zurück, durch den Nullpunkt hindurch meist einen beträchtlichen Ausschlag in den entgegengesetzten Quadr Theilung, auf welcher die Nadel spielt.

Die negative Schwankung am Multiplikator ist nur für die tetani regung des Muskels nachzuweisen. Es war sehr wichtig, zu erfahren, wie der Tetanus auch die einfache Zuckung mit einer negativen Stro kung verbunden sei. Es reicht zu dieser Entscheidung die Multipli nicht aus, ihrer bedeutenden Trägheit wegen, die sie verhindert, auf n Stromschwankungen zu antworten. Hier trat das physiologische Rhe stromprüfende Froschschenkel, hülfreich als Instrument ein.

Legt man an einen Muskel — an Quer- und Längsschnitt einen Ne stromprüfenden Schenkels an, so zuckt letzterer stets in dem Momente chem der erste Muskel zur Zuckung gereizt wird: sekundäre Zuckung kel aus, zum Beweise, dass auch hierbei eine Veränderung in der Intens Stromes wie bei dem Tetanus erfolgt. Macht man den Versuch so, den Muskel zum Tetanus reizt, während der stromprüfende Schenk oben angegebenen Weise anliegt, so verfällt letzterer auch in Tetanu därer Tetanus. Der Tetanus tritt, wie bekannt, nur dann ein, wenn einander folgende Reize, z. B. rasch auf einander folgende Intensitä kungen eines elektrischen Stromes auf Muskel oder Nerv einwirken giebt sich also aus diesem Versuche, dass die scheinbar einfache, li nahme der Stromstärke bei dem Tetanus, wie sie sich am Multiplikator tive Schwankung zeigt, zusammengesetzt ist aus vielen rasch aufeinand den Stromschwankungen nach auf- und abwärts, die aber so rasch erfo der Multiplikator auf jede einzelne nicht zu antworten vermag, und d

Resultirende als eine fortschreitende Abnahme aufzeichnet. Es ist klar, dass der Tetanus des Muskels aus einzelnen Zuckungen besteht, deren jeder eine tive Schwankung von sehr kurzer Zeitdauer entspricht.

So war es denn erwiesen, was die Wissenschaft so lange vergeblich gesucht, dass die Krafterzeugung im Muskel auf das innigste an elektrische Vorgänge ipft ist.

Doch wie ganz anders hatte sich die Sache gestaltet, als man erwartet hatte! hien so nahe zu liegen, dass die elektrischen Ströme, die man im Organis- voraussetzte, in dem Gehirne entständen, von dem man die Willensantriebe die Nerven den Muskeln mitgetheilt sah, mit einer Schnelligkeit, wie man llein der Elektricitätsfortpflanzung zuschreiben zu können glaubte. Diese eilung schien in der Weise zu erfolgen, wie die Bewegungen in dem Tele- enapparat. Im Gehirne hatte man sich eine galvanische Batterie gedacht, re Ströme durch die Nerven als die Leiter der Elektricität dem Muskel — Schreibapparate — zusendet.

Durch die Entdeckung, dass die Muskeln selbst Elektromotoren seien, war n Theorieen die Spitze abgebrochen. Auch die Nerven durfte man sich nicht als einfache Leiter einer Gehirnelektricität denken.

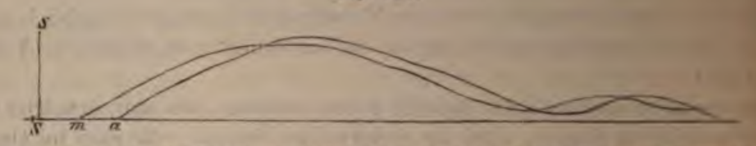
Im leistungsfähigen Nerven kreisen, nach dem gleichen Gesetz wie im Mus- bis zu seinem Absterben die elektrischen Ströme. Je leistungsfähiger der e ist, desto grösser ist die Intensität seiner elektromotorischen Kraft.

Es ist also der Vergleich mit einem leitenden Drahte und dem Nerven schon rch zurückzuweisen, dass man ein eigenthümliches elektromotorisches Ver- n an letzterem gefunden hatte, das nicht zu dem Wesen des ersteren gehört. Auch das lang geträumte bessere elektrische Leitungsvermögen der ren gegenüber den anderen thierischen Geweben stellte sich als eine Täu- ng heraus. Die feuchten Gewebe, mit Ausnahme der Knochen, leiten alle gleichgut oder vielmehr schlecht: etwa 3 Millionen Mal schlechter als Queck- r (J. Ranke). Die Isolation des Nerveninnern durch die ölige Markscheide, nan vermuthet hatte, liess sich nicht erweisen. So eignen sich demnach die en nicht zu einfachen Leitern elektrischer Ströme im Organismus. Diese n keinen Grund, gerade die Nerven als Bahnen zu wählen, sie verbreiten sich allen Richtungen ziemlich gleichmässig wegen des fast absolut gleichen Lei- swiderstandes, von dem nur die Oberhaut des menschlichen Körpers eine ahme macht, indem sie für elektrische Ströme der mangelnden Feuchtigkeit n beinahe vollkommen undurchgängig ist.

Helmholtz, dem es schon gelungen war, die Muskelzuckung trotz ihres raschen ufes in mehrere Phasen zu zerlegen, gelang es auch, mit Hülfe desselben Instru- tes, das zu jenen Versuchen gedient hatte, mit dem Myographion die **Fort- zungsgeschwindigkeit der Erregung im Nerven** direkt zu messen, die vermöge ihrer inbar blitzähnlichen Raschheit vor allem den Gedanken an vom Gehirn durch die en geleitete elektrische Ströme hervorgerufen und erhalten hatte. Indem er an Stellen nach einander den Nerven eines an dem Myographion zeichnenden els (cf. oben) reizte, bemerkte er, dass die beiden auf den berussten Glas- der gezeichneten Kurven, die den beiden Reizungen entsprechen, sich nicht ten, sondern dass die von einem vom Muskel entfernteren Nervenstück aus te Zuckung um ein Messbares sich verspätet hatte gegen die von der dem

Muskel näheren Nervenstelle aus (Fig. 184). Die graphische Methode erlaubt [illegible] kanntlich den linearen Abstand des Anfanges beider Kurven direkt als [illegible]

Fig. 184.



S S Ort der Reizung des Nerven. *m*. Anfang der ersten Kurve, Reiz an der ersten Nervenstelle. *a*. Anfang der zweiten Kurve, Reiz an der entfernteren Nervenstelle.

messen, der Abstand der beiden gereizten Nervenstellen von einander [illegible] ebenfalls leicht gemessen werden. Somit waren, wie man erkennt, die erfo[illegible] lichen Daten für die Berechnung der Leitungsgeschwindigkeit im Nerven ge[illegible]

Die am motorischen Froschnerven beobachteten direkten Werthe sind 2[illegible] Meter in der Sekunde, für den motorischen Nerven des lebenden Mens[illegible] fand sie HELMHOLTZ und BAXT nach einer ähnlichen Methode im Mittel z[illegible] Meter. Die Leitungsgeschwindigkeit in den sensiblen Nerven ist die gleiche, [illegible] 30 Meter. Die Elektricität pflanzt sich in einer Sekunde nach WHEATSTONE's [illegible] sungen um 288000 englische Meilen fort. So ergab auch dieses Experiment [illegible] lich, dass die Erregung im Nerven nicht als eine einfache elektrische Lei[illegible] ihm gedacht werden dürfe. Es ist die Leitung der Erregung im Gegensatze [illegible] aprioristischen Annahme eine verhältnissmässig langsam fortschreitende Mole[illegible] bewegung.

Um die vergleichsweise Langsamkeit der Bewegung der Nervenerregu[illegible] schaulich zu machen, entnehme ich DU BOIS-REYMOND folgende Tabelle:

Geschwindigkeit der Bewegung:	Meter in einer Se[illegible]
der Elektricität (WHEATSTONE's)	464000000
des Lichtes	300000000
des Schalles in Eisen	3485
,, ,, ,, Wasser	1435
,, ,, ,, Luft	332
einer Sternschnuppe	64288
der Erde bei ihrer Bewegung um die Sonne	30800
der Erdoberfläche am Aequator	463
einer Kanonenkugel (S. HAUGHTON)	552
des Windes	4—[illegible]
des Adler-Fluges (SIMMLER)	32
der Lokomotive	27
der Jagdhunde und Rennpferde	25
der Nervenerregung	26—[illegible]
der Hand einen Stein 24^m 5 hoch werfend	21,5
der Muskelzusammenziehung	[illegible]
der Welle des Arterienrohres (Puls)	[illegible]
des Blutes in der Karotis eines Hundes	[illegible]
,, ,, ,, den Kapillargefässen	0,0006—[illegible]
den Theilchen, welche durch Flimmerhaare bewegt werden	[illegible]

Für die Fortpflanzung der Erregung im menschlichen sensiblen Nerven hatte [illegible] HELMHOLTZ die Geschwindigkeit ziemlich viel grösser angegeben, zu 60 Meter in der Se[illegible] SCHELSKE, HIRSCH, DE JAAGER fanden sie um die Hälfte kleiner, zu etwa 30 Meter, [illegible] RAUSCH dagegen ziemlich viel grösser als HELMHOLTZ, zu etwa 90 Meter in der Sekunde.

Die Methode der Bestimmung besteht im Allgemeinen darin, dass der Moment der sen-
len Reizung objektiv bezeichnet wird, während der Mensch die subjektive Reizempfindung
bst markirt. Die Differenz kann nach verschiedenen Methoden gemessen werden. Die Zeit-
ferenz fasst die Zeiten in sich, welche zur Leitung der sensiblen Erregung zum Gehirn, zur
bertragung derselben auf den motorischen Nerven und zur Leitung in demselben erforderlich
d. Reizt man nun bald an einer dem Centralorgan näher, bald an einer messbar entfern-
gelegenen Nervenstrecke = Hautstelle, so lässt die Veränderung der obigen Differenz,
ogen auf die veränderte Nervenlänge, die Leitungsgeschwindigkeit annähernd berech-
. DONDERS machte auf die vielen Fehlerquellen bei diesen Versuchen aufmerksam. An
motorischen Nerven der Menschen bestimmte HELMHOLTZ und BAXT die Leitung in
Weise, dass sie die Verdickung der Daumenmuskulatur bei der Kontraktion direkt auf
Myographion aufschreiben liessen, indem sie am Arm bald eine entferntere, bald eine
ere Nervenstelle reizten. Sie fanden, dass stärkere Reize sich rascher fortpflanzen als
wächere.

PFLÜGER giebt an, dass die Erregung von einer vom Muskel entfernteren Nervenstelle
n höheren Erfolg hat als von einer ihm näher gelegenen. Er nennt diese Erscheinung:
lawinenartiges Anschwellen des Reizes und sucht es durch fortschreitende Kräfteaus-
ungen in den einzelnen Nervenmolekulen, wodurch in jedem folgenden eine grössere
aftesumme frei wird, anschaulich zu machen. Nach H. MUNK geschieht die Fortpflanzung
Erregung mit abnehmender Geschwindigkeit.

Es ist für die Leitung der Erregung im Nerven eine unerlässliche Bedingung,
zwischen dem erregten Punkte und dem Endorgane, in dem der Erfolg der
gung auftreten soll, der Nerve überall vollkommen intakt ist. Jede Verletzung
inem Verlaufe, z. B. durch Zerschneiden, auch wenn die Schnittenden wieder
inander in direkte Berührung gebracht sind, oder durch Quetschen, Unter-
en, Brennen, chemisches Zerstören, Anätzen unterbricht die Leitung der
gung vollkommen, obwohl alle diese Eingriffe die Leitung eines elektrischen
mes nicht oder kaum beeinträchtigen. Alle das Leistungsvermögen des Ner-
herabsetzende Bedingungen beeinträchtigen zugleich das Leitungsvermögen,
s Durchleiten elektrischer Ströme durch den Nerven in auf- oder absteigen-
Richtung (v. BEZOLD), ebenso Kälte und manche andere Einflüsse.

Trotzdem, dass die Erregungsleitung im Nerven dem Angegebenen nach ziem-
langsam vor sich geht, ist sie doch noch ziemlich viel schneller als der ana-
Vorgang der **Erregungsleitung im Muskel.** Scheinbar breitet sich, wenn nur
beschränkte Stelle eines Muskels in den thätigen Zustand versetzt wird, die
traktion sofort auf die ganze Länge der getroffenen Fasern aus. Doch verläuft
er Vorgang in Wahrheit mit einer so geringen Geschwindigkeit, dass man die
traktion in Form einer Welle über dem Muskel unter dem Mikroskope hin-
en sieht (KÜHNE). Direkte Messungen ergaben diese Geschwindigkeit zu 800
1200 Mm. in der Sekunde für Froschmuskeln (AEBY, v. BEZOLD). BERNSTEIN
cht eine etwas grössere Geschwindigkeit zu etwa 3 Meter in der Sekunde wahr-
einlich, Kälte verzögert auch sie.

Der Erregungsvorgang im Nerven ist also keine einfache Leitung.
kommen dunkel war dieser Vorgang, der Zustand der Nerventhätig-
it, welchen keine Bewegung gröberer oder feinerer Art äusserlich sichtbar
cht, bis E. DU BOIS-REYMOND die Entdeckung machte, dass in dem scheinbar
kommen ruhigen Organe, während er den Muskel oder Drüse zur Thätigkeit
eizt oder während er Empfindung vermittelt, eine deutliche Veränderung be-

züglich einer seiner Hauptlebenseigenschaften, seines elektrischen Strom
bemerklich macht. Ist schon der Nervenstrom an sich ein äusserst zart
mit den besten Hülfsmitteln nachweisbares Phänomen, so ist die Demon
der negativen Schwankung des Nervenstromes der zarteste
elektrische Versuch. Das Phänomen ist der negativen Schwankung des
stromes während seiner Thätigkeit vollkommen analog. Während d
Spannkräfte des Muskels auslöst, nehmen seine äusserlich wahrnehmba
tromotorischen Wirkungen ab. Die negative Schwankung des Nervenst
vollkommen rein nur bei Reizung des Nerven auf nicht elektrischem We
halten, weil sich bei elektrischer Reizung stets sekundäre Einflüsse de
schen Ströme auf den gereizten Nerven geltend machen, doch gelingt die
stration derselben trotzdem wenigstens bei lebensfrischen Nerven
tetanisirender elektrischer Reizung, sicher mit dem Induktionsapparate
du Bois-Reymond'schen Schlitten-Magnetelektromotor. — Die Fähigkeit,
tive Stromschwankung zu zeigen, ist eine der wichtigsten Lebenseigensch
Nerven. Der Nervenstrom selbst ist an das Leben des Nerven gebunden.
der Nerve in seinen übrigen Lebenseigenschaften — die Fähigkeit Zucku
Muskels oder Empfindungen zu erregen — herabgesetzt ist, so nimmt
Verhältnisse der Nervenstrom ab, um mit dem vollkommen eingetrete
des Nerven vollständig zu verschwinden. Noch eher als der Nervenstr
verschwindet seine negative Schwankung. Nachdem er sie einige Male
nisirende Reizung gezeigt hat, wobei sie zuerst etwas an Stärke ansteigt
sie immer mehr und mehr ab, endlich verschwindet sie ganz.

Bernstein hat messende Versuche über den zeitlichen Verlauf der ne
Schwankung zunächst im Nerven angestellt. Es ergab sich, dass an der gere
venstrecke die negative Schwankung unmessbar kurze Zeit nach dem Reiz be
grosser Geschwindigkeit zu ihrem Maximum ansteigt und dann langsamer wied
Gleichzeitig pflanzt sich aber die negative Schwankung von der gereizten Stelle au
zwar mit einer gemessenen Geschwindigkeit von 28 Meter in der Sekunde, ein W
cher mit dem vou Helmholtz für die Fortpflanzung der Erregung (26—27 Meter)
gut übereinstimmt und dadurch den innigen Zusammenhang beider Erscheinung
erhärtet. Bei dieser Fortpflanzung der negativen Schwankung im Nerven gib
Punkte, welche sich gleichzeitig in den verschiedenen Phasen der Erregung —
und Maximum der negativen Schwankung — befinden. Ueber die gleichzeitig
gung befindliche Nervenstrecke läuft nach Bernstein's Bezeichnung
welle ab, deren Länge = der gleichzeitig in Erregung begriffenen Nervenstrecke
er im Mittel zu 18,76 Millimeter. Die Bestimmungsmethode muss in den Orig
suchungen nachgesehen werden. Ganz analog ist das Verhalten der negativen Sc
des Muskels. Sie fällt ganz in das Stadium der »latenten Reizung« und geht sonach
stande der wirklichen Erregung, der Kontraktion, voraus. Die negative Schwa
läuft auch im Muskel annähernd mit derselben Geschwindigkeit wie die For
der Erregung. Der Muskel erleidet daher zuerst die elektrische Veränderung,
verkürzt.

F. Holmgren hat neuerdings sehr wahrscheinlich gemacht, dass auch der
Strom der Retina bei warmblütigen Thieren auf Lichtreiz eine negative Sc
zeigt, ein Phänomen, das schon E. du Bois-Reymond suchte. Unwirksam sollen
rothen Strahlen sein, am stärksten wirksam die Strahlen aus der Mitte des Spekt
noch merkbar wirksam die ultravioletten. Beim Frosch soll die Reizung der
einer positiven Schwankung des Retinastroms verbunden sein, an Fischaugen

Stromschwankung auffinden. Die Retinaströme selbst sollen ganz mit dem Gesetze Muskel- und Nervenstroms stimmen. Die Netzhaut wird dabei als der natürliche r- und Längsschnitt des Optikus angesprochen, erstere stellen die Stäbchen und en, letztere die Nervenfaserausbreitung dar.

uch bei dem Nervenstrome bemerken wir die schon für den Muskelstrom besprochene heinung, dass er manchmal kurz vor dem Erlöschen seine gesetzmässige Richtung vom sschnitt zum Querschnitt im Multiplikatorkreis umkehrt, sodass sich nur der Längs-itt negativ gegen den Querschnitt zeigt. Es kann diese Stromesumkehr eintreten zu Zeit, in welcher die negative Schwankung spurweise noch vorhanden ist. Diese hat auch ihr Vorzeichen geändert, da der ganze Strom jetzt negativ ist, ist sie natürlich iv im Sinne des ehemaligen normalen Stromes.

rganströme. Am Rückenmarke, das ja seiner Hauptmasse nach ein Konvolut längs-nder Nervenfasern ist, wie der Nerve selbst, ist ebenfalls ein elektrischer Strom und mit sehr starken Wirkungen auf dem Multiplikator nachzuweisen. Er zeigt dieselbe tzmässige Richtung wie der Muskel- und Nervenstrom. Im lebenden Thiere ist das enmark von einem starken aufsteigenden Strome durchflossen, dessen wir als »Frosch-m« schon gedacht haben, der seine Entstehung der Gesammtwirkung der Muskeln, vor n der unteren Extremitäten verdankt. Derselbe aufsteigende Strom durchfliesst auch Nerven der unteren Extremitäten.

uch die Haut des Frosches wirkt senkrecht zu ihrer Fläche elektromotorisch, der tstrom geht von aussen nach innen. Diese Hautströme müssen zum ungestörten Nach-des Froschstromes (= der Muskelströme) am unenthäuteten Thier eliminirt werden, durch Aetzung. Die Schwäche der elektromotorischen Wirksamkeit, der unenthäute-Frösche beruht dabei noch im Wesentlichen auf vorhandenen Nebenschliessungen. Die phe, welche unter der Haut die Muskeln umspült, stellt wie die Haut selbst eine Neben-liessung zum Gesammtmuskelstrom her, welche das Hereinbrechen des Stroms in den iplikatorkreis verhindert (E. du Bois-Reymond, H. Munk). Die menschliche Epidermis tzt trocken ein sehr geringes Leitungsvermögen, wodurch in Verbindung mit elektri-n Hautungleichartigkeiten der Nachweis der Muskelströme am unversehrten Menschen lingt. Die negative Schwankung des Gesammtmuskelstromes lässt sich dagegen auch unversehrten Thiere und Menschen nachweisen. Taucht man die Finger oder Zehen er Extremitäten in die Zuleitungströge resp. deren Zinkvitriollösung, so bleibt die Mul-katornadel ziemlich in Ruhe, kontrahirt man nun aber die Muskeln der einen Extremität, rend die andere in Ruhe bleibt, so tritt ein oft sehr starker Strom, aufsteigender Strom, Das ganze Hinterbein des unenthäuteten Frosches zeigt bei der Kontraktion dagegen n absteigenden Strom.

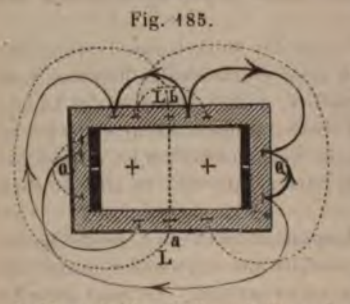
Engelmann zeigte, dass die Rachenschleimhaut des Frosches ebenfalls analog tromotorisch wirksam ist wie die übrige Haut. J. Rosenthal fand regelmässige Drü-ströme an der Magenschleimhaut auf, die demselben Gesetze folgen. An den egelmässiger gebauten Drüsen, Leber etc., sind keine konstanten elektromotorischen kungen bisher beobachtet.

Du Bois-Reymond's Theorie der thierischen Elektricitätsentwickelung.

E. du Bois-Reymond stellte eine physikalische Theorie für die Stromentwickelung Nerven und Muskel auf. Die Hauptströme (starken Ströme) lassen sich wie vom Muskel Nerven erhalten von einem an beiden Enden überkupferten Zinkcylinder: auch an einem hen gehen sie vom Querschnitt zum Längsschnitte. Die Nebenströme (schwachen öme) kommen erst dann auch zur Erscheinung, wenn das Schema in eine leitende Flüs-keit eingelegt wird (Fig. 185), und an diese, nicht direkt an die Metalle selbst, die Elek-den angelegt werden. Die sich beständig in der leitenden Flüssigkeit abgleichenden elek-

trischen Spannungen sind dann am stärksten am Aequator und der Axe des Schem
Aequator und Axe unsymmetrisch gelegene Punkte haben verschiedene Grade der
sie zeigen also gegen einander, wenn auch w
chere Ströme als die Hauptströme.

Fig. 185.



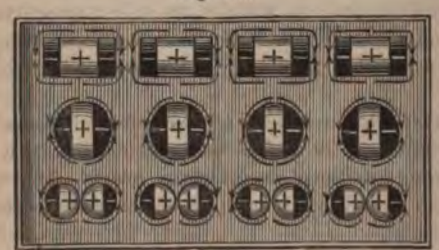
L Längsschnitt. *Q* Querschnitt. *a b* Aequator. Die Pfeile geben die Stromrichtung an, die Dicke ihrer Linien die Stärke der elektrischen Ströme zwischen den verbundenen Punkten. Die getüpfelten Bogen: unwirksame Anordnungen.

Der Strom, welchen der Multiplikator
selbstverständlich, da der Multiplikator dir
die leitende Flüssigkeit angelegt ist, ein Zwe
dessen Intensität nicht direkt von der Stärk
trischen Vorganges selbst, sondern nur von de
ren oder grösseren Leitungswiderstand im
Bogen, zu dem der Multiplikator gehört, a

Im Muskel und Nerven müssen wir da
den eigentlich elektromotorisch wirksamen
eingelagert denken in eine leitende Flüss
Ströme, die wir an ihnen wahrnehmen, sind n
ströme, die an sich direkt keine
auf die Stärke der in den untersucht
nen selbst stattfindenden Strom
gänge gestatten. Letztere können trotz de
der nach aussen sichtbar werdenden elektro
Eigenschaften doch sehr stark sein.

In der eben gegebenen Form reicht das Schema nur für das elektromotorisch
des Gesammtnerven und Gesammtmuskels. Da es möglich ist, beide in die fe
von Querschnitt und Längsschnitt begrenzten Stückchen zu zerspalten und der S
noch in der gesetzmässigen Richtung wahrnehmbar bleibt, so musste die T
weiter gehen. Die elektromotorischen Kräfte mussten auf sehr kleine Org
auf Moleküle, bezogen werden, welche regelmässig reihenweise gelagert, in die le
sigkeit eingebettet sind. Sie sind analog dem Gesammtschema kleine an den E
kupferte Zinkcylinderchen, oder kleine Kugeln mit einer Zinkmittel- und zwei
zonen: du Bois-Reymond's peripolare Moleküle. Man kann sich diese auch
getheilt denken, jede in je zw
Zink, halb aus Kupfer bestehend
Moleküle, die unter normalen
so zu einander stehen, dass das
Kupferseite nach aussen kehrt, d
des zweiten ist gegen die Zinksei
gerichtet, die Kupferseite des d
dieselbe des zweiten, sodass je z
Moleküle zusammen eines der zu
derten mit zwei kupfernen Pola
Zinkmittelzone darstellen (Fig.

Fig. 186.



Elektrische Moleküle des Muskels und Nerven. In der ersten und zweiten Reihe peripolare, in der dritten dipolare, aber peripolar angeordnete Muskeln.

Es ist leicht einzusehen,
Hülfe dieser Theorie die bisher
gewordenen elektrischen Phäno
ren kann. Um die Stromumkehr
Absterbens anschaulich zu machen, hat man sich eine vollkommene Drehung
schen Moleküle zu denken um 180°, wodurch die elektrischen Gegensätze nun
umgekehrt werden. Die dipolaren Moleküle bleiben dabei jedoch immer noch
tiven Lage zu einander, ihre peripolare Anordnung bleibt auch nach der Dreh
Bei der negativen Schwankung ist die Axendrehung der Moleküle keine vollko
nehmen eine mittlere Stellung zwischen der vollkommenen Drehung und ihr
Ruhelage ein. Im Uebrigen gilt das Gleiche wie bei der Stromumkehr. Auch die N

me lassen sich nach diesem Schema ableiten und erklären. Auf den schief abgestutz- Muskelflächen bilden die Moleküle staffelförmige Reihen, woraus sich z. B. (aus der zeitigen Anwesenheit einer Querschnitts- und einer Längsschnittspartie an jeder solchen el) die Schwächung der elektromotorischen Eigenschaften des schiefen Querschnittes n den geraden ergiebt.

ie Ströme zwischen natürlichem Längsschnitt und natürlichem Querschnitt des Mus- — seiner Sehne — zeigen sich oft, namentlich im Winter, wenn die Frösche, die zu Versuchen dienen, der Kälte ausgesetzt waren, sehr schwach im Vergleiche mit denen, ich vom künstlichen Quer- und natürlichen Längsschnitt ableiten lassen: die Muskeln n ein parelektronomisches Verhalten. Diese Parelektronomie kann so hoch ickelt sein, dass man keinen oder sogar einen umgekehrt gerichteten Strom unter n Umständen erhält. Die Ströme erhalten jedoch sofort ihre normale Richtung und e, sowie man die Sehne mit ätzend wirkenden Substanzen: stärkeren Säuren, Alkalien, ösungen, Kreosot bestreicht, oder sie mit heissen Körpern versengt. Du Bois-Reymond rt diese von ihm entdeckte Erscheinung daraus, dass sich an der Sehne angrenzend Schicht von Muskelsubstanz befindet, welche, der oben beschriebenen Stromumkehr rechend, entgegengesetzt elektromotorisch wirkt, wie der normale Muskelstrom, sodass en Wirkungen zum Theil oder ganz kompensirt oder sogar überkompensirt werden. Um diese »parelektronomische Schicht« anschaulich zu machen, genügt es am ma des Muskels von jedem letzten System der peripolar angeordneten dipolaren Mole- das äusserste Molekül wegzulassen, sodass das jetzt letzte seine positive Seite dem schnitt zukehrt.

s ist nach dem Gesagten einleuchtend, dass die vorgetragene Theorie der elektromoto- en Wirkungen ausreicht zur Erklärung des am Muskel und Nerven in dieser Beziehung chteten. Es dringt sich uns dabei mit Nothwendigkeit der Gedanke auf, dass die ekulartheorie mehr als eine blosse Hypothese ist. Die elektrischen Mole- du Bois-Reymond's mit zusammengesetztem Bau und gesetzmässiger Stellung müssen in elektrisch wirkenden Organen wirklich vorhanden sein. Es müssen sich entsprechende trömen Veranlassung gebende elektrische Ungleichartigkeiten an den kleinsten Organ- en auffinden lassen, auf deren Anwesenheit und Veränderung die Verschiedenheiten der mentwickelung im ruhenden, arbeitenden und abgestorbenen Organe, in dem der Strom geworden ist, beruhen.

Chemische Theorieen der thierischen Elektricität.

E. du Bois-Reymond weist darauf hin, dass man sich die elektromotorischen Moleküle als de eines besonders lebhaften Stoffwechsels vorstellen könne.

ch habe gezeigt, was in neuester Zeit von Röber vollständig bestätigt wurde, dass die dem Absterben der Muskeln und Nerven, sowie bei ihrer Aktion auftretende Fleisch- hsäure genügt, um die Vernichtung der elektromotorischen Wirkung bei dem Absterben, ie die negative Schwankung und die auf den Tetanus folgende Schwächung der elektro- rischen Wirkung zu erklären. Eine geringe Ansäuerung der Nerven- und Muskelsub- z macht beide stromlos, Neutralisation der Säure bringt den Strom zurück. Andere ren wirken analog, vor allem das sauere phosphorsauere Kali.

ch beobachtete weiter, indem ich den inneren Grund der Karminfärbung erkannte, dass lebenden Nerven und Muskel, ihrem regelmässigen mikroskopischen Bau entsprechend, lmässig gelagerte Herde eines besonders lebhaften Stoffwechsels sich finden, welch letz- r sich auch hier durch Bildung der Säure dokumentirt. In der Nervenfaser ist der Axen- nder der Säurebildungsherd, im Muskel die Zwischensubstanz, während die doppelt- chenden Fleischtheilchen wie die ebenfalls aus doppelbrechender Substanz bestehenden venmarkscheide alkalische Reaktion zeigen. Auf diesen regelmässigen chemischen Un-

gleichartigkeiten beruhen die regelmässigen elektromotorischen Wirkungen der In jeder Zelle ist besonders der Kern ein Centralherd der Säurebildung. Regel lagerte Zellenreihen, wie bei der Froschhaut, den Magendrüsen etc. werden dahe Anlass zu regelmässigen elektromotorischen Wirkungen geben müssen. Der Grun tiven Schwankung und der Schwächung der elektromotorischen Wirkungen durc rung beruht offenbar darin, dass dadurch, dass die früher alkalischen Gewebspa sauer werden, eine chemische und dadurch elektrische Gleichartigkeit des ganz eintritt. Durch Neutralisation der Säure in den normal alkalischen Gewebspartie die normale chemische und damit die elektrische Differenz wieder her.

Unsere Anschauung von dem Vorgang der negativen Schwankung dass auf den normalen Reiz zunächst an der gereizten Stelle eine Steigerung des S mit Milchsäurebildung erfolgt, dieselbe bewirkt zuerst die negative Schwankun Nerven ein Stadium der erhöhten Erregbarkeit (cf. oben S. 648), und darauf d Erregung. Untersuchungen über Gährung (J. Ranke) beweisen, dass di heit geringer Säuremengen die organischen Stoffwechselvorgänge beschleuni primär saueren Stelle aus verbreitet sich die Steigerung des Stoffwechsels un Säurebildung in der Nerven- und Muskelfaser weiter, gleichzeitig negative Schw höhte Erregbarkeit und Reizung bewirkend.

Justus v. Liebig hatte es schon vor längerer Zeit versucht, chemische Differe finden, genügend, um eine immer fliessende Elektricitätsquelle abzugeben, für di dieser äusserst wichtigen Vorgänge.

In der »chemischen Untersuchung über das Fleisch (1847)« heisst es: »die Lymphgefässe enthalten eine alkalische Flüssigkeit, die sie umgebende Fleischfl sauer, die Substanz dieser Gefässe selbst ist für die eine oder andere dieser F durchdringlich. Es sind dies zwei Bedingungen zur Hervorbringung eines elektri mes, und es ist wohl nicht unwahrscheinlich, dass ein solcher an den vitale einen gewissen Antheil nimmt, obwohl seine Wirkung in eigentlich elektrisch nicht immer wahrnehmbar ist.«

Buff konstruirte auf Liebig's Veranlassung Säulen aus Blut und Muskel, Blut welche einen starken Strom in der Richtung des Blutes zum Muskel und Gehi ableitenden Bogen, was nicht angegeben ist) erkennen liessen. Wasser an Stelle erzeugte einen nur sehr schwachen Strom. Damit schien Alles erklärt zu sein. Reaktion des Muskelsaftes rührt, wie wir durch Liebig wissen, von Milchsäure un säure (als saueres phosphorsaueres Kali) her. Bei ausgeschnittenen Muskeln Elektricitätsquelle noch fortbestehen, sodass auch sie elektrische Ströme zeigen muss eine elektrische Spannung bestehen zwischen dem saueren Muskelsafte, d schnitt zu Tage steht und der alkalischen Lymphe, die dem Muskel noch anhaft leicht mit einem Reagenspapier zeigen kann. Der erzeugte Strom muss dabei d der Hauptströme zeigen, von der Lymphe zum Muskel im Multiplikatorkreise kehrt, im Muskel selbst: vom Querschnitt zum Längsschnitt. Für den Morph die Liebig'sche Hypothese oder Erklärung etwas sehr Einschmeichelndes. Die der Blutgefässe im Muskel und Nerven zeigt eine bewunderungswürdige Regel sodass auch dann, wenn wir die genannten Organe in Stückchen trennen, ihnen Blut versehenden Kapillaren noch anhängen bleiben, welche in regelmässigen Maschen quer- und längsgerichtet die einzelnen Fasern umspinnen, sodass jed Angabe Liebig's in seinem Inneren sauer reagirende Muskel- oder Nervenbün alkalisch reagirender Flüssigkeit umspült ist, sodass auch bei dem kleinsten St gleichen elektromotorisch wirksamen Ungleichartigkeiten wie am Gesammtmu stünden und Ursache zu galvanischen Strömungen geben könnten.

Trotzdem war die Hypothese nicht stichhaltig. du Bois-Reymond war im St zuweisen, dass der Muskelsaft des lebenden, geruhten Muskels, der den stärks schen Strom zeigt, nicht sauer, sondern alkalisch oder neutral ist; erst be

erben des Muskels verändert sich die Reaktion in eine sauere, ebenso nach heftigen uskelkontraktionen. Schon damit war der Gedanke an eine Säure-Alkali-Kette zwischen Lymphe und Blut einer- und Muskel andererseits zurückgewiesen. Es gelingen aber ch direktere Beweise. Man kann alles Blut und die Lymphe aus einem Muskel durch Einritzen von Zuckerlösung in seine Blutgefässe und äusserliches Abspülen entfernen, und r Strom wird dadurch nicht geschwächt, im Gegentheil, die indifferente Flüssigkeit kann n elektrischen Strom des Muskels verstärken. Es war das Letztere nach der Theorie der elekschen Moleküle, in der leitenden Flüssigkeit eingebettet, vorauszusehen (E. du Bois-Reymond). Die eingespritzte Zuckerlösung hat ein besseres Leitungsvermögen als der Muskelsaft d das Blut etc., der Widerstand in ihr ist geringer und damit der im angelegten leitenden gen, als dessen Stück dieselbe anzusehen ist, es musste der abgeleitete Zweigstrom ein össerer Theil des Gesammtstromes sein als im anderen Falle.

Macht man die Oberfläche des Muskels schwach sauer durch Einlegen in verdünnte lchsäure, so verschwindet der Muskelstrom in gesetzmässiger Richtung nicht, er wird seiner Intensität nicht einmal merklich beeinträchtigt, zum Beweise, dass es tieferliegende ktrische Ungleichartigkeiten stärkerer Art sein müssen, die bei dem Muskelstrom zur Gelg kommen.

Dann aber, wenn die Bedingungen der Liebig'schen Säure-Alkali-Kette im Muskel wirk gegeben sind, wenn der Muskelsaft sauer wird durch Absterben oder tetanische Konktionen, ist der Strom nicht etwa verstärkt, wie die Hypothese ergeben müsste, sondern mindert, ja er verschwindet endlich mit dem Absterben und der zunehmenden Säuerung z und gar. Man könnte auf den Gedanken kommen, dass diese Verminderung vielleicht jene Vermehrung durch Zuckereinspritzung nur eine scheinbare sei; dass, während sie tritt, der Widerstand im ableitenden Bogen auf irgend eine Weise vermehrt worden wäre. Bois-Reymond entging diese Möglichkeit nicht in Beziehung auf die Abnahme des Mus- und Nervenstroms, wenn diese Organe aus dem ruhenden in den thätigen Zustand übern, die sogenannte »negative Stromschwankung« zeigen, welche er aus einer Stellungsänderung der elektrischen Moleküle erklärte. Direkte, von ihm selbst angestellte Experimente eren das Gegentheil; während der negativen Schwankung des Muskelstromes ist der Leigswiderstand der Muskelsubstanz sogar etwas geringer als in der Ruhe, sodass also die rminderung der elektromotorischen Wirkungen auf eine Zeit fällt, in welcher die Widernde im ableitenden Bogen nicht zu- sondern abgenommen haben. Am Nerven bleiben h, wie es scheint, die Widerstände gleich. Ich konnte nachweisen, dass der abgestorbene skel, der keine elektromotorischen Wirkungen mehr zeigt, etwa um das Doppelte besser tet als der lebende. Es gelang mir den inneren Grund dieses Vorganges auch auf chemische Veränderungen im Muskelsafte zurückzuführen. Es ist ebenfalls die Bildung n Milchsäure und von anderen verhältnissmässig gut leitenden Zersetzungsprodukten Muskel, zum Theil aus schlecht oder vielmehr an sich gar nicht leitenden Stoffen, der rund für die Zunahme des Leitungsvermögens des Muskels während der Kontraktion sowohl während des Absterbens. Diese Beobachtung war insofern nicht ganz unwichtig, weil sie m ersten Male mit aller Entschiedenheit eine elektrische Gewebseigenschaft auf chemische sachen zurückführte. —

L. Hermann hat eine Theorie der elektromotorischen Wirkungen der Gewebe aufgestellt, h welcher dieselben erst bei dem Absterben derselben auftreten sollten. Absternde oder in ihren Lebenseigenschaften geschwächte Gewebssubstanz verhalte sich negativ gegen lebende, resp. lebensstärkere. E. du Bois-Reymond, H. Munk u. A. haben seine heorie und die fehlerhaften Grundlagen, auf denen er sie aufgebaut hat, definitiv widerlegt.

II. Der elektrische Strom in seinen Einwirkungen auf die Lebenseigenschaften der Gewebe.

Wir haben bisher den eigenen elektrischen Strom der Gewebe in einer in Wechselbeziehung stehend gefunden mit ihren Lebenseigenschaften. Wir s wie jede Schwächung der letzteren sich als eine Schwächung der elektro rischen Kraft geltend machte; mit dem Aufhören des Lebens verschwand elektrischen Wirkungen ebenfalls; während der Thätigkeit der Organe sich ihre galvanischen Ströme wesentlich verändert. Jetzt stellt sich uns die tige Frage entgegen: was für einen Werth haben diese elektrischen Ström im Haushalte des Organismus? Was für eine Rolle ist ihnen von der Nat ertheilt? Schon ihr Gebundensein an die volle Lebensenergie der Organe uns darauf hin, dass sie für den Lebensprocess selbst unentbehrlich sind. wollen versuchen, wie weit es uns gelingt, sie in ihrer Wirksamkeit zu vers Der elektrische Strom der Muskeln und Nerven muss bis zu einem gewissen ähnliche, ja die gleichen Wirkungen üben, als ob wir einen solchen von auf diese Gewebe, natürlich in gleicher Richtung, einwirken lassen.

Elektrotonus.

Leitet man durch eine Strecke eines Nerven einen konstanten galva Strom (polarisirenden Strom), so wird der Zustand des Nerven seiner Länge nach, in Beziehung auf sein elektromotorisches Verhalten, verändert. Bois-Reymond belegte diese Veränderung mit dem von Faraday für de Schliessungsinduktionsstrom zu Grunde liegende Veränderung der leitende terie zuerst gebrauchten Namen: Elektrotonus oder elektrotoni Zustand.

Neben der Aenderung seines elektromotorischen Verhaltens zeigte der trotonische Nerve auch eine ganz entsprechende Aenderung seiner Err keit (Pflüger).

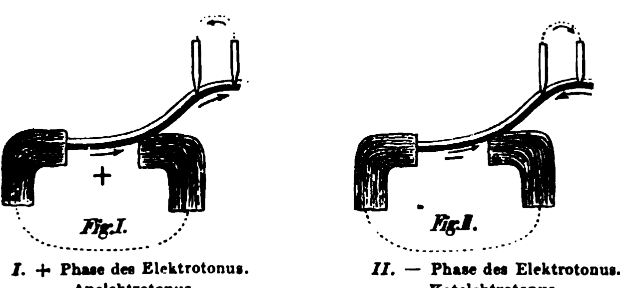
E. du Bois-Reymond's Elektrotonus. — Der Nerve beginnt, sobald irgen Strecke seiner Länge von einem elektrischen Strom betroffen wird, sofort an seinen Punkten im Sinne jenes erregenden Stromes elektromotoris wirken. Dieser Elektrotonusstrom summirt sich algebraisch zu dem venstrom. Der letztere scheint dann gesteigert, wenn Elektrotonusstrom Nervenstrom im Nerven die gleiche Richtung haben, im umgekehrten Falle Nervenstrom scheinbar geschwächt (Fig. 187).

Der veränderte elektromotorische Zustand der Nerven an der positiven trode = Anode wird als Anelektrotonus, der Strom dieser Nervenstre Anelektrotonusstrom bezeichnet. Umgekehrt spricht man bei der ne tiven Elektrode = Kathode anliegenden Nervenstrecke von Katelektrot und Katelektrotonusstrom.

Der elektrotonische Zustand des Nerven ist am stärksten in unmitte Nähe der Elektroden des konstanten Stromes und nimmt mit der Entfernu diesen stetig ab.

›indet man den Nerven mit symmetrisch zu seinem Aequator gelegenen Punkten mit ›olarisirbaren Multiplikatorelektroden, wobei der normale Nervenstrom nicht zur

Fig. 187.



I. + Phase des Elektrotonus. Anelektrotonus.

II. — Phase des Elektrotonus. Katelektrotonus.

ıtung kommt, und lässt man nun einen elektrischen Strom einwirken, so tritt der onusstrom rein in Erscheinung. Ist der Nerve von zwei Querschnitten begrenzt, en aus, wie wir wissen, in entgegengesetzter Richtung die Nervenströme zum Aequa-ıufen, und die Elektroden des zur Erzeugung des Elektrotonus verwendeten kon-Stromes schliessen den Aequator in sich ein, so ist der Elektrotonusstrom dem einen len von je einem Querschnitt zum Aequator verlaufenden Nervenströme gleich, dem entgegengesetzt gerichtet, der eine erscheint dann geschwächt, der andere verstärkt. ois- Reymond bezeichnete früher diese scheinbare Verstärkung des natürlichen Ner-mes als positive, die scheinbare Schwächung desselben als negative Phase ktrotonus. Die positive Phase ist aber nur ein Einzelfall des Anelektrotonus, ebenso ative ein Einzelfall des Katelektrotonus.

erbricht man die Einwirkung des konstanten Stromes, so kehrt der ıicht sogleich in sein früheres elektromotorisches Verhalten zurück. Den normalen strom fand ich stets scheinbar geschwächt nach beiden Elektrotonusphasen. Fick ese »Modifikationen« des elektrischen Verhaltens des Nerven auf »elektrotonische tröme« zurück, von denen er zunächst angab, dass sie beide den Elektrotonus-ı entgegengesetzt gerichtet seien, was er jetzt nur noch für den Anelektrotonus-om festzuhalten scheint.

elektromotorische Kraft der Elektrotonusströme ist sehr gross, E. du Bois-Reymond bis zu 0,5 Daniell. Der neue elektromotorische Zustand des Nerven im Elektrotonus kein Zustand des Gleichgewichtes. Es zeigt sich, dass vom ersten Augenblick an, Beobachtung möglich ist, der Katelektrotonus sinkt, um sich allmählich einer unteren zu nähern, der Anelektrotonus hingegen von dem entsprechenden Augenblick an ein Maximum erreicht und erst dann nach vergleichsweise langer Zeit sinkt.

Elektrotonus rührt nicht etwa von hereinbrechenden Stromschleifen des konstan-mes in den Multiplikatorkreis her. Schneidet man das direkt von dem Strome durch-ı Nervenstück ab, während das, von dem man den Nervenstrom ableitet, unverrückt Bäuschen liegen bleibt, und legt nun die Schnittenden wieder fest an einander an, so it die Möglichkeit der Stromschleifen nicht verringert. Es zeigt sich dabei jedoch, Elektrotonusphasen verschwinden, zum Beweise, dass diese in einer Wirkung auf venmoleküle selbst, auf einer Polarisation derselben beruhe.

e Erscheinung erklärt sich mit Hülfe der du Bois-Reymond'schen Molekularhypothese. arisirende Strom bewirkt eine Stellungsveränderung der elektrischen Moleküle. Die ıre Anordnung kann unter seiner Einwirkung in der direkt durchflossenen Nerven-nicht fortbestehen, die dipolaren Moleküle werden säulenartig polarisirt, gerichtet, dass jedes seinen positiven Pol der negativen Elektrode seinen negativen positiven Elektrode zukehrt, ganz in derselben Weise, in der bei der Elektrolyse

die Flüssigkeitsmoleküle gestellt werden. Auch die nicht vom Strome durchflos
den durchflossenen zunächst benachbarten Moleküle nehmen diese Stellung e
auf letztere auch eine gewisse Richtkraft ausüben, mit ihren positiven Polen
anziehen und umgekehrt. Die Drehung der Moleküle der nicht direkt durchfl
venstrecke ist am vollkommensten in dem angegebenen Sinne, je näher sie
liegen, mit der Entfernung nimmt die Stellungsveränderung, die Grösse der Dr
mehr ab. Hierdurch wird nun im ganzen Nerven eine Veränderung der elektr
Wirkung gesetzt im Sinne der Richtung des polarisirenden Stromes. Der Nerv
stärker werden, wenn der polarisirende ihm gleich, schwächer, wenn er i
gesetzt gerichtet ist.

Das innere Wesen des Elektrotonus suchte E. du Bois-Reymond in Elektro
ein Strom auf einen Nerven wirkt, ergebt es letzterem gleich jedem anderen fe
Es wird Elektrolyse eingeleitet, welche mit säulenartiger Polarisat
(cf. unten meine Beobachtungen).

Solche Veränderung der Stromstärken je nach der Einwirkungsrichtung de
den Stromes zeigen sich am Muskel nicht in der Weise wie am Nerven, sod
grösseren Leichtigkeit, die Polarisation anzunehmen, einen wesentlichen Unt
schen Muskel und Nerven wahrnehmen. Absolut fehlt jedoch auch dem Muskel
keit nicht. Nur scheint bei ihm die polarisirende Wirkung sich nur in der n
der Pole zu zeigen (A. v. Bezold cf. unten).

Pflüger's Elektrotonus. — Leitet man durch einen Theil eines leb
Nerven einen konstanten elektrischen (polarisirenden) Strom, so wird
barkeit des Nerven auf seiner ganzen Länge verändert an der negative
= Kathode erhöht: Katelektrotonus, an der positiven Elektrod
vermindert: Anelektrotonus. Am stärksten ist die elektroto
derung der Erregbarkeit in unmittelbarer Nähe der Elektroden selbst,
mit der Entfernung von denselben zuerst schneller, dann langsamer a
allmählich der Null zu nähern. Nach der Oeffnung des polarisirend
kehrt der Nerve erst durch gewisse »Modifikationen der Erre
zur Norm zurück. Die anelektrotonische Nervenstrecke zeigt nach O
polarisirenden Stromes eine Steigerung ihrer Erregbarkeit: positive M
welche allmählich abklingt; die katelektrotonische Strecke zeigt, na
nung des polarisirenden Stromes zunächst eine Abnahme der Erregbar
tive Modifikation, die aber bald auch in positive Modifikation überge
allmählich abklingt.

In Beziehung auf die Ausbildung und die Inkonstanz der elektrotoni
herrscht zwischen dem E. du Bois-Reymond'schen und Pflüger'schen Elektroto
mene Uebereinstimmung.

Pflüger nennt die von dem polarisirenden Strome unmittelbar durchflosse
intrapolare, die zu beiden Seiten gelegenen die extrapolaren. Die Stell
polaren Strecke, an welcher die beiden elektrotonischen Zustände: Anelektrot
elektrotonus an einander grenzen, heisst der Indifferenzpunkt. In der in
Strecke ist die Erregbarkeit ebenso wie in der extrapolaren Strecke in
Anode herabgesetzt, in der Nähe der Kathode erhöht, beides ebenfalls am st
mittelbarer Nähe der Elektroden, mit der Entfernung von letzteren nehmen
keitsveränderungen ab und grenzen im Indifferenzpunkt, an welchem die Erre
verändert ist, zusammen. Bei schwachen Strömen liegt der Indifferenzpunkt
Anode, bei mittelstarken etwa in der Mitte der intrapolaren Strecke, je stär
wird, desto näher rückt er dagegen an die Kathode, die Lage des Indifferenzpun
also als eine Funktion der Stromstärke. Die Veränderung der Erregbarkeit d

polaren Strecke ist die algebraische Summe der Veränderungen an den einzelnen Stellen. Erregbarkeit ist also erhöht, wenn wie bei schwachen Strömen ein grösserer Abtt der intrapolaren Strecke im Zustande des Katelektrotonus begriffen ist, bei starken nen aus dem entgegengesetzten Grunde vermindert. Bei mittelstarken Strömen, bei n der Indifferenzpunkt in der Mitte der intrapolaren Strecke liegt, erscheint die Geterregbarkeit derselben unverändert.

PFLÜGER unterscheidet zwischen aufsteigenden und absteigenden Elektrotonusen. Im ersteren Fall (aufsteigend) befindet sich der polarisirende Strom zwischen dem el und der Stelle, an welcher die Erregbarkeit des Nerven geprüft wird (Reizstelle), im ren Fall (absteigend) befindet sich die Reizstelle zwischen polarisirendem Strom und el. Der absteigende Elektrotonus zeigt bei allen Stromstärken seine beiden Phasen deutlich. Auch der aufsteigende Anelektrotonus zeigt sich stets sicher. Der aufstei- Katelektrotonus ist schon bei sehr schwachen Strömen bemerkbar und wächst anfängmit der Stärke des polarisirenden Stromes, erreicht aber bei weiterer Stromverstärkung aximum, nimmt dann ab, wird zu Null und endlich negativ, d. h. er geht in eine Verrung der Erregbarkeit über. Der Grund für diese abweichende Erscheinung liegt darin, bei dem aufsteigenden Elektrotonus, wo die s. v. v. gesammte elektrotonische Nervenke mit ihren beiden Phasen der erhöhten und verminderten Erregbarkeit zwischen telle und Muskel liegt, die in ihrer Erregbarkeit übermässig herabgesetzte anelektroche Nervenstrecke, die dem Muskel näher liegt, die Durchleitung der Erregung von katelektrotonischen Strecke aus zuerst in geringerem, dann in stärkerem Maasse verert.

ie elektrischen Modifikationen des Nerven und seine Erregbarkeitsveränderungen im trotonus zeigen einen nicht zu verkennenden Zusammenhang. Wir haben schon oben 48) erkannt, dass die Erhöhung der Erregbarkeit des normalen Nerven im Allgemeinen Verminderung der Lebenseigenschaften bedeutet, mit der, wie wir (S. 659) sahen, auch Verminderung seines elektrischen Stromes eintritt. Grössere Stärke des elektrischen Nerromes geht also umgekehrt mit der normalen geringeren Erregbarkeit des Nerven Hand in . Liegt der Aequator des Nerven in der intrapolaren Strecke, so ist sofort deutlich, dass die einbare Verstärkung des Nervenstromes im Anelektrotonus mit einer Herabsetzung Erregbarkeit, die scheinbare Schwächung des Nervenstroms, wie zu erwarten stand, iner Erhöhung der Erregbarkeit verknüpft ist: Gesetz des Elektrotonus (J. RANKE). age des Aequators ist bei näherer Betrachtung der hier obwaltenden Stromverhältnisse h keineswegs entscheidend. Es kann sich der Aequator innerhalb der Strecke ben, von der man den Strom von Längsschnitt und Querschnitt am Multiplikator ableitet, nn diese Strecke sogar nahezu halbiren, und doch bekommt man einen Hauptstrom, her unter allen Umständen im Katelektrotonus scheinbar vermindert, im Anelektrotoscheinbar erhöht wird. Verbindet man den Nerven mit zum Aequator vollkommen symischen Punkten mit dem Multiplikator, so kann sich an letzterem nur der Elektrotonusn zeigen, trotzdem ist hier aber natürlich doch durch die säulenförmige Polarisation lbe elektromotorische Veränderung des Hauptnervenstroms eingetreten, die wir bei rer Ableitung an demselben Nerven direkt sichtbar nachweisen können. Anelektrotonus Katelektrotonus lassen den Nervenstrom vermindert zurück, dieser Nachwirkung enthen die dem PFLÜGER'schen Elektrotonus nachfolgenden Modifikationen der Erregbarkeit, he nach beiden Elektrotonusphasen eine Erhöhung der Erregbarkeit bewirken. ie von FICK früher angegebene scheinbare Verstärkung des Nervenstroms nach dem Auf- des Katelektrotonus der rasch vorüber gehenden Verminderung der Erregbarkeit, der iven Modifikation PFLÜGER's entspricht, ist noch festzustellen.

...mischer Elektrotonus. — Wir haben oben S. 672 erwähnt, dass E. DU BOIS-REY-s Phänomen des Elektrotonus auf Elektrolyse der Nerven durch den polarisirenden rückführt. Ich habe die Nervenelektrolyse und den Einfluss der elektrolytischen des Nerven auf sein elektromotorisches Verhalten und seine Erregbarkeit untersucht.

Zu bemerken ist vorläufig, dass die Erzeugung des Elektrotonus auch mit so unpolarisirenden Elektroden gelingt, welche nur eine sehr geringe Polarisation ze gelingen sie auch vollkommen mit metallischen Elektroden, bei denen die Elektro hervortritt. Die Muskeln zeigen die elektromotorischen Eigenschaften des Elekt nicht, ebenso wenig andere feuchte Leiter oder todte Nerven. Wir haben jedenfalls mit Resultaten der Elektrolyse zu thun, welche mit dem lebendigen N ven auf das innigste verknüpft sind, und welche unter Umständen auch durch schen Ströme im Organismus selbst physiologisch erfolgen müssen.

Untersucht man einen Nerven, an welchem man den Elektrotonus mit metalli troden erzeugt hat, mit Reagenspapier, so zeigt die Anlagerungsstelle der Anode die Anlagerungsstelle der Kathode eine verstärkt alkalische Reaktion.

Meine Untersuchungen ergaben nun, dass von Säuren und Alkalien, so lange Produkte der Elektrolyse bei geschlossenem Strom, nur auf der Oberfl Nerven sich befinden, die Alkalien den normalen Nervenstrom scheinbar = alkalische Reaktion an der Kathode, die Säuren ihn scheinbar etwas erhöhe Reaktion an der Anode. Wenn beide (Alkali und Säure) in die Substanz de eindringen, so folgt bei beiden die, für Säuren schon oben erwähnte, Ve des Nervenstroms.

Ebenso und noch leichter gelingt es mit Hülfe von Säuren und Alkalien die Erregbarkeit im Elektrotonus hervorzurufen. Macht man eine kleine Nervens oberflächlich sauer reagirend, was vollkommen leicht und unzweideutig mit K die man auf den Nerven einwirken lässt, gelingt, so sinkt an ihr die Erregbark minderung der Erregbarkeit an der Anode, macht man eine minimale Nerven durch Kali oberflächlich stärker alkalisch, so zeigt sich die Erregbarkeit nahe gel venstrecken ungemein erhöht = Erhöhung der Erregbarkeit an der Kathode.

Nach dem Oeffnen der elektrischen Kette haben die Produkte der Elektroly heit in den Nerven einzudringen. Wir wissen schon, dass die daraus erfolgende rungen der inneren Nervenreaktion stets mit Erhöhung der Erregbarkeit = Mo der Erregbarkeit nach dem Elektrotonus verknüpft sind. Jedenfalls ergeben die dass die Produkte der Elektrolyse ganz in demselben Sinne die Lebenseigenschaf ven beeinflussen, wie der elektrische Strom selbst.

Die Erregungsleitung wird durch beide Elektrotonusphasen verzögert (A. v. Be

Die negative Schwankung des Nervenstroms im Elektrotonus untersuchte Be fand, dass dieselbe stets der gerade im Elektrotonus vorhandenen Stromrichtung gesetzt ist; ist die Stromrichtung des Nerven im Katelektrotonus umgekehrt, so tr tive Schwankung als eine Abnahme auch dieses Stromes auf. Bei schwachen Strömen fand er den Veränderungen der Erregbarkeit entsprechend in der katelekt Nervenstrecke die negative Schwankung gesteigert, in der anelektrotonisch vermindert.

Die Modifikationen der Erregbarkeit durch den konstanten Strom haben Heidenh thal u. A. studirt, sie beruhen auf Elektrolyse. Jeder konstante Strom, welche venstrecke eine Zeit lang durchströmt, versetzt diese in einen Zustand, in welche nung dieses und der Schluss des entgegengesetzt gerichteten Stromes eine heftig ausführt. Das Schliessen des Stromes in entgegengesetzter Richtung ist entwed sam oder hemmt eine vorhandene Bewegung (den Oeffnungstetanus). Die Musk keit verhält sich ganz analog.

Die elektrische Reizung, Zuckungsgesetz.

Wir haben unter den Nervenreizen, die den motorischen Nerven mittelung der Kontraktion seines Muskels, den sekretorischen zur Erre

absonderung, den sensiblen zur Erregung von Schmerz veranlassen, vor ntensitätsschwankungen elektrischer Ströme erwähnt (cf. S. 650).

n hatte früher geglaubt, dass für die Stärke der Erregung des Nerven vor lie Stromstärke (Stromdichte) des elektrischen Stromes von Einwirkung üsse, mit Hülfe dessen man den Nerven reizte. E. du Bois-Reymond zeigte, e Stromdichte *an sich* für den Erfolg der Reizung ziemlich unwesentlich r stellte zunächst für den motorischen *Nerven*, aber auch für den *Mus*-s auch für den sekretorischen sensiblen Nerven geltende *Gesetz der rischen Reizung* auf:

icht der absolute Werth der Stromdichte ist das die Höhe uckung bedingende Moment, sondern die Grösse ihrer kung innerhalb zweier aufeinander folgender, sehr kleiner heilchen, und im Allgemeinen ist die Zuckung um so stär-je grösser die Schwankung des Stromes in der Zeitein-ist.

olche erregende Stromschwankungen lassen sich am einfachsten durch ssen oder Oeffnen eines konstanten Stromes, dessen Elektroden man dem (oder Muskel) anlegt, erreichen. Die Dichte schwankt dabei von einer nten Höhe zu Null und umgekehrt. Ein Mittel rasch in ihrer Dichte schwan-Ströme zu erzeugen, sind die *Induktionsapparate*. Mit Hülfe von geeig-Apparaten, z. B. *Schwankungsrheochord*, welche gestatten, ohne den zu öffnen oder zu schliessen, willkürlich Dichtigkeitsschwankungen dessel-erzielen, kann man das angegebene Gesetz auch für den geschlossen blei-n konstanten Strom beweisen.

ur insofern steht die Nervenerregung in einer Abhängigkeit von der Stromstärke selbst, e Muskelzuckung, welche die Nervenerregung hervorruft, wächst von Null Stromstärke s zu einer bestimmten Höhe, an der sie ihr Maximum erreicht. Fick und A. B. Meyer n gezeigt, dass kurz andauernde, den Nerven aufsteigend durchfliessende konstante ne, ebenso Schliessungsinduktionsschläge, bei allmählicher Steigerung ihrer Strom-e erst ein Maximum erreichen, dann, nachdem das Maximum einige Zeit (bei weiterer erung) angehalten, bei noch weiterer Steigerung abermals wachsende Zuckungen geben, uf ein zweites höheres Maximum zu kommen; der Grund dafür ist noch streitig.

er mittelstarke konstante Strom, so lange er ohne Schwankung seiner Intensität den en durchfliesst, erregt den Nerven nicht. Von diesem Verhalten machen sehr schwache sehr starke Ströme eine Ausnahme, welche beide Tetanus, besonders an sehr reizbaren en, hervorrufen. Vor allem reagirt auf schwache konstante Ströme das Rückenmark starkem Tetanus. Man sucht sich auch diese Erscheinung durch elektrolytische Wir-g der Ströme zu erklären.

ach Fick darf die Dauer der Einwirkung des konstanten Stromes auf den Nerven unter bestimmten unteren Grenzwerth (0,001 Sek.) nicht sinken, damit der Strom seine volle ende Wirkung auf den Nerven entfalte. Nach den Angaben E. du Bois-Reymond's nimmt an, dass der Uebergang des Nerven in den erregten Zustand und aus diesem in den nden zurück momentan erfolgt: »die Nervenmoleküle besitzen ein unendlich kleines heitsmoment.«

ie Stromschwankungen erregen den Nerven am stärksten, wenn sie ihn *der Länge nach* hfliessen, ihre Wirksamkeit ist sehr gering oder bleibt bei geringer Stromintensität ganz wenn sie in der Querrichtung den Nerven durchsetzen.

n der nächsten Nähe von *Querschnitten von Nervenästen* zeigt sich für einige nach der Anlegung des Querschnitts die Erregbarkeit des ausgeschnittenen Nerven-

stammes erhöht. MUNK fand solche »ausgezeichnete Stellen« mit höhe barkeit am Ischiadicus, an den Abgangsstellen der Oberschenkeläste und an der stelle des Nerven. Es sind das, wie ich finde, normale Elektrotonusersch Der Nervenstrom wird an den ausgezeichneten Stellen an Querschnitten von N von dem starken Nervenstrom durchflossen, welcher von dem angelegten Que Nervenastes zu dem Längsschnitt seiner Fasern verläuft. Ganz analog wirkt sch Ueberlegung und das Experiment zeigt, die Wirkung des Abganges eines Astes v stamme selbst ohne Anlegung eines Querschnitts.

Eine eigenthümliche Gestalt nimmt die elektrische Erregung des Nerven a durch die uns im vorhergehenden Kapitel bekannt gewordenen Schwankungen motorischen Verhältnisse der thierischen Gewebe: Muskel und Nerve erfolgt eine Nervenerregung (Zuckung) vom Muskel und vom Nerven aus. Beide Phän nicht identisch, wie E. DU BOIS-REYMOND gezeigt hat.

Die Zuckung vom Muskel aus erfolgt dann, wenn wir an einen Muske ven eines anderen Nervenmuskelpräparates anlegen und nun den ersten Muskel Nerven aus zur Zuckung erregen. Es entsteht, wie wir wissen, bei jeder Mu eine negative Schwankung des elektrischen Muskelstromes, es muss durch ein angelegte Nerve erregt und dadurch der zweite Muskel auch zur Zuckung gebra Dieser Versuch gelingt wirklich. Versetzt man den primären Muskel nicht in e Zuckung, sondern in Tetanus, so verfällt der sekundäre Muskel ebenfalls in Te gewinnen dadurch einen sehr wichtigen Einblick in die elektromotorischen Verl tetanisirten Muskels. Am Multiplikator sehen wir im Tetanus nur eine einfa Schwankung eintreten, es scheint daraus also eine konstante Abnahme des elektr kelstromes dabei zu erfolgen. Dieser Versuch (Tetanus vom Muskel aus) lehr sich diese negative Schwankung des Muskelstromes zusammensetze aus fortwä tensitätsschwankungen des Stromes nach auf- und nach abwärts, wir wissen j diese Weise der Nerve und Muskel elektrisch tetanisirt wird (S. 600).

Um die Zuckung vom Nerven aus entstehen zu lassen, hat man ein tenes Nervenstück an einen motorischen Nerven (Ischiadicus), der noch mit se verbunden ist, anzulegen. Der Muskel des zweiten Nerven zuckt, wenn man an Nervenstücke eine nicht zu schwache Kette öffnet oder schliesst. Die Zuckung bei aber nicht durch die schwache, rasch vorübergehende negative Schwankung stromes, sie fehlt bei anderen als elektrischen Reizungsakten, sondern durch die tigeren Stromschwankungen, welche dem Elektrotonus angehören, von denen REYMOND gezeigt hat, dass sie sich von einem direkt polarisirten Nerven auf einen zweiten Nerven verbreiten können (sekundär elektrotonischer Zusta Elektrotonusphasen pflanzen sich nach auf- und abwärts im Nerven eine nicht liche Strecke fort. Dieser Versuch der Zuckung vom Nerven aus wird zum p Versuche durch folgende Anordnung. Der N. ischiadicus des Frosches theil den Unterschenkel zu in zwei Aeste die Rr. peronaeus und tibialis. Präparirt ma muskelpräparate den unten abgeschnittenen Ramus peronaeus möglichst weit von oben frei, so hat man ein ähnliches Präparat, als ob wir zwei Nerven an eina hier verlaufen die Nervenfasern für beide Nerven zwar, wie wir wissen, getren eine gemeinschaftliche Scheide eingebettet, im selben Nerven. Reizt man nun d naeus in der obigen Weise, so zucken alle vom R. tibialis versorgten Muskeln. sich also der Erregungszustand des motorischen Nerven von der gereizten Stel nur auch nach oben hin fort, was man nicht vermuthet hatte, sondern man l ausserdem, dass der Erregungszustand von einer Nervenfaser auf eine ihr benach geben und diese mit erregen kann. Es widerspricht dieser Befund scheinbar ein logischen Grundgesetze: dem **Gesetz der isolirten Leitung,** welches lehrt, dass d Reizzustand einer Nervenfaser durch einen Nerven hinläuft, ohne eine andere Ner erregen. Nur dadurch wird es ja ermöglicht, dass der vom Gehirne oder von ein

ncentrum oder Sinnesapparat ausgehende Erregungszustand einer Nervenfaser befte, gesonderte Wirkungen hervorbringt. Wäre diese isolirte Leitung nicht, so würde rregung, welche eine Nervenfaser in einem Nerven (oder im Rückenmarke oder Getrifft, alle benachbarten Nervenfasern mit erregen, es wäre keine geordnete Thätigs Nerven möglich. E. DU BOIS-REYMOND hat gezeigt, dass dieses Gesetz im elektrischen nicht richtig ist; nicht nur dieser paradoxe Versuch, sondern auch alle elektrischen nge im Nerven (und Muskel) zeigen, das ein Isolirtbleiben des elektrischen Zustandes e Faser nicht stattfindet, wir haben dort ja überall Summeneffekte vor uns. Trotzdem bei normalen Lebensbedingungen (geringer Grösse der Intensitätsschwankung?) der sche Vorgang, welchen wir den Erregungszustand des Nerven im lebenden Thiere besehen, auf die erregte Nervenfaser beschränkt, da das Gesetz der isolirten Leitung ja Erregung der Nerven durch ihre normalen Reize vollkommen gültig ist. Man glaubte annehmen zu dürfen, dass das Mark der Nervenfaser eine die Ausbreitung der (normal eringen?) elektrischen Veränderungen von einer Faser auf die andere beschränkende ng besitzt. Das Protagon hat vielleicht (KÜHNE) ein sehr geringes Leitungsvermögen für icität. Diese Annahme vergisst aber, dass es auch marklose Nervenfasern giebt (cf. n und Rückenmark).

ckungsgesetz. Die Schliessung und Oeffnung eines konstanten Stromes, also positive egative Schwankungen des erregenden Stromes, reizen den Nerven nicht in gleichem e. Nach PFLÜGER wird eine Nervenstrecke nur dann erregt, wenn in ihr Katelekonus entsteht oder zunimmt, oder Anelektrotonus verschwindet abnimmt. Der entstehende Katelektrotonus wirkt stärker als der verschwindende ktrotonus.

betreffenden Untersuchungen sind an motorischen Nerven gewonnen, seit alter Zeit man daher die hierher gehörigen Erscheinungen: Zuckungsgesetz. Erst durch LÜGER'schen Untersuchungen ist es in seinem Wesen erhellt worden. Wir müssen uns erinnern (S. 673), dass dadurch, dass man auf ein mittleres Stück eines motorischen mit seinem Muskel in Zusammenhang stehenden Nerven einen polarisirenden Strom rken lässt, der ganze Nerve in zwei Abschnitte zerlegt wird, in dem einen: in der anönischen Strecke, herrscht Herabsetzung, in der katelektrotonischen Erhöhung der barkeit, so lange der Strom fliesst; nach seinem Aufhören entstehen zunächst die entgesetzten Modifikationen. Da nun der Eintritt der Erhöhung der Erregbarkeit im Nerven z wirkt, so wird, wenn der elektrische Strom den Nerven aufsteigend, vom Muskel dem nmarksende zu, durchströmt, die obere, vom Muskel aus jenseits der intrapolaren Strecke ne Nervenstrecke erregt. Bei absteigendem Strome ist die erregte Stelle umgekehrt dem l näher gelegen. Wird der Strom geöffnet, so wird bei aufsteigendem Strome die untere, steigendem die obere die erregte sein. Beide Reizursachen, der entstehende Katelektround der vergehende Anelektrotonus sind an Stärke verschieden, ersterer wirkt bei starken und starken Strömen heftiger. Bei ganz schwachen Strömen ist sogar der em verschwindenden Anelektrotonus ausgeübte Reiz noch nicht stark genug, um den n in den Erregungszustand zu versetzen, während der entstehende Katelektrotonus die ng schon hervorbringt; so kommt es, dass bei solchen schwachen Strömen nur die ssung sowohl in auf- wie in absteigender Richtung Zuckung erzeugt. Bei mittelstarken en wirken beide Reize, es entsteht sowohl Schliessungs- als Oeffnungszuckung, mag trom auf- oder absteigend im Nerven gerichtet sein. Sehr starke Ströme machen die polare Strecke nach PFLÜGER zur Erregungsleitung auch für einige Zeit, nachdem sie zu wirken aufgehört haben, vollkommen unfähig; so kann also der Reiz nur dann zur samkeit kommen, wenn er auf die untere, zwischen polarisirendem Strom und Muskel ene Nervenstrecke einwirkt: der aufsteigende Strom wirkt daher als Reiz bei der Oeffder absteigende bei der Schliessung.

r haben schon früher (S. 649) das RITTER-VALLI'sche Gesetz von der stetigen Erregbarbnahme der ausgeschnittenen Nerven besprochen, welche nach einer vorausgegangenen

Erhöhung der Erregbarkeit am Schnittende, vom oberen Ende des Nerven zum
schreitet. Es beeinflusst diese Veränderung der Erregbarkeit den Nerven in Be
seine Fähigkeit, auf Stromschwankungen mittelstarker Ströme Zuckungen
genau in der gleichen Weise, wie wir das für die Stromstärken eben kennen ge
Man unterscheidet darnach drei Erregbarkeitsstadien, in denen sich de
telstarken Reizen gegenüber genau in der oben angegebenen Weise verhält, sod
erregbare Nerven nur bei der Schliessung des auf- und der Oeffnung des abste
mes Zuckung erregen. Das oben angeführte Zuckungsgesetz gilt daher nur für
Erregbarkeitsgrade der Nerven: für das sogenannte zweite Erregbarkeitsstadiu

Nach diesen Auseinandersetzungen wird folgendes Schema leicht verstand
welchem Z = Zuckung, R = Ruhe des Muskels bedeutet, S = Schliessung, O
des reizenden Stromes.

Für die Demonstration der Erregbarkeitsstadien gilt als Reiz ein mittelstark
also Schliessungs- und Oeffnungszuckung bei ausgeschnittenen im zweiten E
stadium befindlichen Nerven hervorruft.

Zuckungsgesetz.

Stromstärke:	Aufsteigender Strom		Absteigender Strom		Erregbark
Schwach	S—Z	O—R	S—Z	O—R	I
Mittelstark	S—Z	O—Z	S—Z	O—Z	II
Stark	S—R	O—Z	S—Z	O—R	III

War der zur Reizung verwendete Strom sehr stark oder ein mittelstarker
Zeit im Nerven geschlossen, so tritt an Stelle der Oeffnungszuckung ein Oeffnu
ein. Pflüger konnte diesen Oeffnungstetanus, der sogleich wieder verschwinde
den polarisirenden Strom wieder schliesst, zum Beweise seines Satzes über de
regung verwerthen. Bei absteigendem Strome ist bei der Oeffnung die obere N
im Zustand des vergehenden Anelektrotonus, schneiden wir diese Nervenstre
einen Schnitt zwischen den Elektroden des geöffneten Stromes, so hört der Te
Grund für sein Zustandekommen wegfällt, sofort auf. Bei aufsteigend gerich
gelingt dieses Experiment selbstverständlich nicht.

Durch die Untersuchungen von v. Bezold ist es erwiesen, dass das Zucku
Nerven ebenso für den s. v. v. seiner Nerven beraubten Muskel mit Kur
Frösche seine Geltung hat. Es ist dieses der Hauptbeweis dafür, dass der Mus
lich in sehr geringem Grade, in den elektrotonischen Zustand übergehen kann, da
dass das Zuckungsgesetz sich aus jenem erklärt.

Elektrotonus des Rückenmarks. Ein dem Elektrotonus am Nerven analoger
sich auch am Rückenmarke von Fröschen durch das Hindurchleiten eines ko
trischen Stromes in seiner Längsrichtung (die Querrichtung ist, sobald der S
stark ist, wodurch Stromschleifen entstehen, unwirksam), gleichgiltig, ob au
steigend, erzeugen. Unter diesen Umständen werden die elektrischen Rücke
küle säulenartig polarisirt; sie bilden unter der Einwirkung der elektrischen
zu einem gewissen Grade gewissermaassen starre Säulen, wodurch die Molek
werden, sich in einer im Winkel auf ihre Polarisationslinie stehenden Richtung

Der Effekt der Durchleitung des keine Zuckungen erregenden, konstanten St
der, dass das Rückenmark seine Fähigkeit, auf Hautreize Reflexbewegungen
kommen verliert oder wenigstens bedeutend vermindert zeigt. Sowie der Str
öffnet ist, kommen entweder momentan oder nach einer Zeit der Nachwirku
zurück (J. Ranke).

Es wird uns diese Wirkung des konstanten Stromes leicht anschaulich, we
denken, dass die Reflexvermittelung doch sicher auf Querleitung im Rückenm
Dieser Erregungsleitung in der Querrichtung, die wir uns als eine Molekula
zu denken haben, steht nun die oben geschilderte säulenartige Polarisation
Hemmung der Bewegung der geforderten Richtung wirkt.

Vie schon angedeutet, muss selbstverständlich der normale elektrische Strom der Gewebe analoge Wirkung auf die letzteren äussern, wie die in ihren Effekten bisher besprochenen, ussen her einwirkenden elektrischen Ströme. Es müssen auch unter ihrer Einwirkung ewebsmoleküle eine bestimmte Stellung, eine Art Polarisation annehmen, wie durch Die Moleküle werden von den normalen elektrischen Gewebsströmen in einer bestimm- chtung festgehalten werden, es gehört auch hier ein Kraftaufwand dazu, grösser als ichtkraft, um in ihnen Stellungsveränderungen zu veranlassen.

deutung des elektrischen Stromes für die Nerven und Muskeln. Diese Betrachtungsweise uns einige Fingerzeige für die Beurtheilung der bisher betrachteten Verbindung der ischen Eigenschaften der Gewebe mit ihrer Erregbarkeit.

n Elektrotonus sehen wir den Nerventheil, dessen ableitbarer Strom vermindert die katelektrotonische Strecke — in dem Zustande erhöhter Erregbarkeit; umgekehrt n wir Verminderung der Erregbarkeit in der anelektrotonischen Strecke, in welcher sich Nervenstrom verstärkt zeigt. Die Richtkraft, unter deren Einwirkung die Moleküle n, nimmt, wie es scheint, mit der Intensitätsveränderung des ableitbaren elektrischen enstromes in gleichem Sinne ab und zu. Der Nervenstrom selbst ist demnach als Be- ngshemmung aufzufassen.

n verstehen wir nun auch die Beobachtung v. Bezold's und Bernstein's, dass die nega- Schwankung des Gewebsstromes in die Zeit der latenten Reizung, also vor den ritt der Erregung selbst fällt. Es muss, wie es scheint, stets die Richtkraft des enstromes zuerst geschwächt werden, ehe es dem Reize gelingt, die Moleküle in die rung zu lenken, welche dem erregten Zustande entspricht.

Vir dürfen darnach weiter schliessen, dass auch sonst bis zu einer gewissen Grenze die barkeit der elektromotorisch wirksamen Gewebe zunimmt mit der Abschwächung ihrer alen Stromentwickelung; die Hemmung der Bewegung wird geringer werden in Folge Ursachen, die den elektrischen Muskel- und Nervenstrom schwächen, ohne die Lebens- schaften der betreffenden Gewebe zu vernichten. Die praktische Beobachtung recht- t diese Annahme vollkommen. Wir sehen nach dem Abtrennen des Nerven vom Rücken- e als Erscheinung des Absterbens die Erregbarkeit zuerst steigen. Wir sehen Vinter bei Fröschen, wenn vielfältig der Muskelsaft schon des ruhenden Muskels durch ulationsstörungen sauer ist, wenn die Muskeln sehr wasserreich sind und durch beide ente die Intensität des Muskel- und Nervenstromes ganz darniederliegt und durch anor- gerichtete, krankhafte parelektronomische Ströme von der Sehne aus noch weiter ge- acht wird, Nerv und Muskel schon auf die kleinsten Reize mit den heftigsten Krampf- len antworten; nach vorausgegangenem Tetanus, der den normalen Strom schwächt, n wir die Erregbarkeit besonders der Nerven erhöht. So wird es uns auch erklärlich, um wir bei wässerigen, muskelschwachen Individuen, z. B. bei chlorotischen Frauen so t auf verhältnissmässig schwache äussere Reize Krämpfe auftreten sehen.

Der starke in der Längsrichtung das Rückenmark durchfliessende elektrische Strom polari- die Rückenmarksmoleküle natürlich auch. Es bedarf einer durch sensible Reize zugeleiteten tiven Stromschwankung im Rückenmarke, um die Reflexquerleitung zu ermöglichen.

Die Nervenstämme, wenigstens die der unteren Extremitäten, sind stets von einem auf- enden Strom — dem Froschstrome — durchflossen, der ihre Moleküle polarisirt. An Eintrittsstelle der Nerven in ihren Muskel, an dem natürlichen Nervenquerschnitt herrscht er Anelektrotonus, dort muss die Nervenerregbarkeit etwas herabgesetzt sein. Auch der rschnittene Gastrocnemius des Frosches zeigt einen aufsteigenden Strom, der also die rittsstelle des Nerven polarisiren wird. Vielleicht lassen sich darauf die Unterschiede Erregbarkeit reduciren, welche von Pflüger und Heidenhain an dieser Stelle gefunden den. Beide Autoren finden die Erregbarkeit in der Nähe des Nerveneintrittes in den kel geringer als an entfernteren Stellen. Nach Heidenhain sinkt die Erregbarkeit vom kel weg erst noch etwas, um dann erst zu steigen. Dass die Stärke des Nervenstromes also noch mehr des Muskelstromes ausreicht, um Polarisation im Nerven zu erzeugen, ist

von PFLÜGER direkt erwiesen worden. Er konnte seine Elektrotonusphasen erzeugen
legung eines Nervenquer- und Längsschnittes an den auf seine Erregbarkeit zu prüf
ven = den oben erwähnten »ausgezeichneten Nervenstellen« MUNK's mit erhöhter E

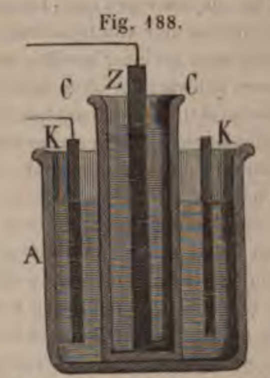
Wir haben den elektrischen Strom der Gewebe in vielseitiger Abhängigkeit
schen Bedingungen gefunden. Es ist keine Frage, dass er ebenso, wie er
dingt wird, gleichzeitig bedingend auf die Richtung der chemischen Zersetzu
in den betreffenden Geweben einwirkt.

III. Medicinisch-elektrische Apparate und Ve

Konstante elektrische Ketten. Als konstante Ketten wendet man vorzugsw
die DANIELL'sche, die GROVE'sche und die BUNSEN'sche.

In allen dreien findet sich als positives Metall Zink und zwar amalgam
elektrischen Ungleichartigkeiten seiner Oberfläche möglichst auszugleichen. Es
Diaphragma von gebranntem Thon in verdünnter Schwefelsäure (auf 1000 K
Wassers 25 Kc. der koncentrirten Säure). Das Kupfer in den DANIELL'schen K
koncentrirter Lösung von schwefelsauerem Kupferoxyd, in die, um sie stets k
erhalten, einige Krystalle ungelösten Kupfervitriols geworfen werden. Schw
Kupfervitriol stehen durch die Poren des Diaphragma in Berührung. In den
Elementen steht an Stelle des Kupfers Platin, in den BUNSEN'schen Kohle (Gas

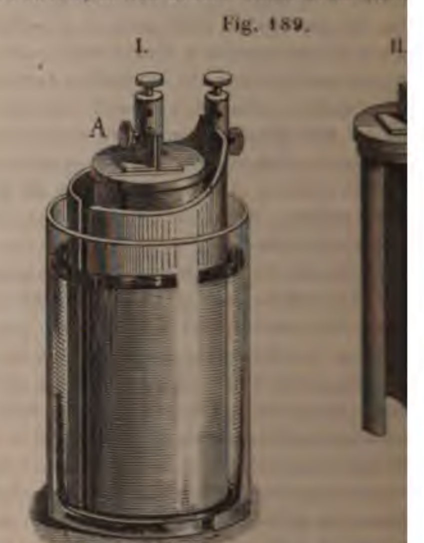
Fig. 188.



DANIELL'sches Element auf dem Durchschnitt. *A* Glasgefäss, in welchem in Kupfervitriollösung das cylindrisch gebogene Kupferblech *K* steht. *C* Diaphragma mit Schwefelsäure und Zinkcylinder *Z*.

Fig. 189.

I. II.



GROVE'sches Zink-Platin-Element. I. Das Elem
mengestellt. Im äusseren Glase steht das Zink in
Schwefelsäure, innerhalb des Zinkcylinders steht
diaphragma, in welchem in koncentrirter Salpeter
S-förmig gekrümmte Platinblech II. steckt. An
ein Deckel, um die Dämpfe der rauchenden Salpeter
Diaphragma möglichst zurückzuhalten. *A*, *a* ist
mit einer Klemmschraube versehen, eine gleiche
am Zink zur Aufnahme der Leitungsdrähte.

in koncentrirter Salpetersäure, das Zink in derselben Schwefelsäure wie bei den DANIELL'schen Ketten. Die elektromotorische Kraft der GROVE'schen und BUNSEN'schen Ketten ist etwa 1,8 mal grösser als die der DANIELL'schen (Fig. 188, 189). Am Zink ist der negative, an dem anderen Metall (Kupfer, Kupfer, Platin oder Kohle) der posit

Auch inkonstante Ketten werden hie und da, wo es zwar auf kräftige

...ale Wirkungen ankommt, benützt. Bei ihnen findet keine Bindung der Ionen statt. ...hen die zwei Elektricitätserreger — Zink und Kohle — in der gleichen Flüssigkeit, ...der Schwefelsäure oder Chromsäure.

Um die Wirkungen der galvanischen Ketten zu verstärken, kom... man mehrere, entweder indem man alle positiven und alle ...tiven Pole der einfachen Ketten mit einander verbindet (durch ...mmschrauben oder Löthung), oder indem man abwechselnd je ...n positiven und einen negativen Pol an einander bringt. In dem ...eren Falle bildet man aus allen positiven und negativen Metallen ...chsam eine grössere einfache Kette, es wird die elektrische ...nung von der einen Kette zur andern geleitet, an den freiblei...den Polen summirt sich die Elektricität aller einzelnen. Man ...det diese Methode vor allem dann an, wenn die Widerstände der Leitung ausserhalb des Elementes gering sind, wie ... Beispiel bei der Galvanokaustik, wo sich nur metallische ...er finden. Bei den thierisch-elektrischen Versuchen so wie bei Anwendung der Elektricität auf den menschlichen Körper, der ...n sehr grossen Leitungswiderstand bietet, ist die zweite Art ...Kombination allein vortheilhaft. Fig 190 giebt die Stromrichtung an.

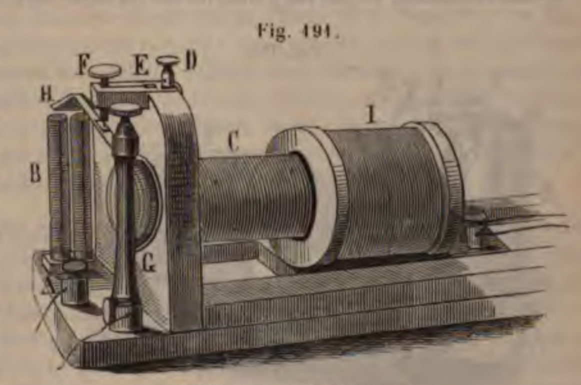
Fig. 190.



Zink *Z* und Kupfer *K* in verdünnter Schwefelsäure, die Pfeile geben die Stromrichtung an.

Elektrische Reizapparate. Zur Erregung der Muskeln und Nerven sind plötzliche Inten...schwankungen des einwirkenden elektrischen Stromes vonnöthen, da ein konstanter ...m für gewöhnlich nicht erregend wirkt. Am einfachsten sind solche durch Oeffnen und ...iessen konstanter Ströme zu erreichen. Man sieht dann jedesmal am Froschmuskel eine ...fte Zuckung, bei starken Strömen fühlt man einen lebhaften Schmerz, während bei ...tantem Andauern des Stromes der Schmerz weniger intensiv ist und gewöhnlich keine ...elkontraktionen eintreten. Es sind am besten zum Zwecke der Erregung Ströme ...wenden, welche nicht konstant sind, nur kurze Zeit dauern, während dieser Zeit aber ...ner bestimmten Höhe anwachsen und dann sogleich wieder abnehmen. Lässt man viele ...tige Ströme durch Muskel oder Nerven gehen, so erhält man keine einzelne, sondern ...dauernde Erregung: Teta... Als solche kurzdauernde, ...erregend wirkende Ströme ...vor allem die Induktions...e zu nennen. Die Induk...sapparate leisten Alles, ...man in dieser Beziehung ...ngen kann, wenn sie wie ... Schlittenmagnet...ktromotor von du Bois-...ond (Fig. 191) gestatten, ... Belieben schwache und ...e Ströme anzuwenden und ... mit grösserer oder gerin...r Schnelligkeit sich folgen ...ssen.

Fig. 191.

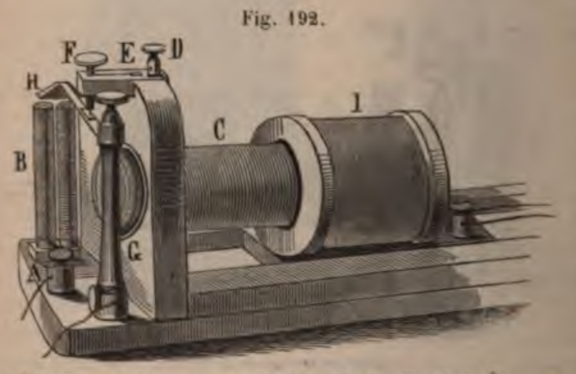


Schlittenmagnetelektromotor.

Wir haben an ihm eine primäre *C* und sekundäre Rolle *I*, die in einem Falze, in welchem ...ekundäre Rolle schlittenartig sich verschieben lässt, leicht von einander beliebig ent...t, selbst so weit, dass keine Induktion mehr erfolgt, oder im Gegentheile ganz über einander ...hoben werden können. Dadurch ist es möglich, die Intensität der Induktionsströme ...big zu verringern und zu vergrössern, die grössere oder geringere Annäherung der ...n gestattet eine sehr zarte Abstufung der Stromstärken. Diese können noch durch ...egen oder Herausnehmen des Drahtbündels in der primären Spirale in anderer Weise

regulirt werden. Die Raschheit des Oeffnens und Schliessens des inducirenden
Stromes, zu dessen Erzeugung für physiologische und ärztliche Zwecke, gewöhn
kommen ein einziges mittelgrosses Daniell'sches Element ausreicht (nur unter
Fällen bedarf man eines Grove'schen oder Bunsen'schen Elementes), kann durch
schrauben eines über dem elektrisch bewegten Hämmerchen angebrachten Schr
bewirkt werden; durch tieferes Einschrauben desselben wird die Entfernung de
chens von seinem als Ambos dienenden Elektromagneten verringert, damit auch
gungsdauer und die Zeit der Oeffnung und Schliessung. Das beschriebene Schra
in eine feine Spitze ausläuft, leitet dem Hämmerchen den bewegenden elektris
zu, man sieht zwischen ihm und dem letzteren, wenn der Apparat spielt, F
springen, welche das Metall des Hämmerchens oxydiren. Um letzteres mögli
hüten ist ein Platinblättchen unter der Schraubenspitze auf den Hammer ge
trotzdem dass Platin sehr schwer oxydirbar ist, manchmal geputzt werden m
metallische Berührung und damit den Gang des Apparates fortdauern zu lassen.
wird dem Apparat durch zwei Klemmschrauben *A* und *G* zugeleitet, von denen
am Fusse des den Hammer tragenden Säulchens, das andere unten neben dies
Jede ist gewöhnlich mit einem Buchstaben: *K* oder Z bezeichnet, zur Andeut
eine für Aufnahme des Zink-, die andere für die des Kupferpoles bestimmt ist.
bleibende Wahl der einen oder anderen Klemmschraube für Zink oder Kupfer h
den Zweck, die Stromrichtungen in dem Magnetelektromotor gleichmässig zu
inducirten Ströme in der sekundären Spirale wechseln, wie wir gesehen haben,
ihrer Richtung. Der Oeffnungsstrom verläuft aber viel schneller als der Schlie
er wirkt daher auch so weit energischer als dieser, sodass praktisch nur seine
Betracht kommt. Die Versuche ergeben nun, dass die Reizung durch Indukti
der negativen Elektrode (an welcher der Strom den Körper wieder v
stärker ist als an der positiven (an welcher der Strom eintritt). Man thut d
reizende Elektrode (für die Muskeln die kleinere, für die Hautnerven den Pi
Klemmschraube der sekundären Spirale zu verbinden, welche für den Oeffnung
strom die negative Elektrode ist. An der sekundären Spirale finden sich eb
Klemmschrauben, welche zur Aufnahme der als Elektroden dienenden Drähte dien

Fig. 192.



Schlittenmagnetelektromotor. *G* primäre *I* sekundäre Induktionsrolle, *B H* Elektromagnetisches Unterbrechungshämmerchen mit der Stellschraube. *F* Klemmschrauben zur Zuleitung des konstanten Stromes (1 Daniell) an *I* unten die Klemmschrauben zum Ableiten der Induktionsströme, Verbindung mit den reizenden Elektroden.

Fig. 19



Schlüssel zum Te
a. Platte von Hart
Holzschraube befestig
klötze mit je zwei Kl
zum Aufnehmen vo
Messinghebel mit
durch ein Messing
verbund

Gemeiniglich leitet man diese letzteren zuerst zu einem sogenannten Schlü
zweckmässig ist dazu du Bois-Reymond's Schlüssel zum Tetanisiren, d
Holzschraube befestigt wird, um ihn beliebig an einen Tisch anzuschrauben. D

st besteht aus zwei isolirt auf gehärtetem Kautschuck a befestigten Messingklötzchen c b, an einem ist ein Messinghebel d mit einer beinernen, also isolirenden, Handhabe ver- angebracht (Fig. 193). Drückt man ihn an seiner Handhabe nieder, so legt er sich an anderen Klotz an und setzt ihn in gut leitende Verbindung mit dem ersten. Jeder der den Klötze hat zwei Durchbohrungen, in welche man durch Schrauben Drähte einklem- kann. Leitet man nun die zwei Drähte der sekundären Spirale in je einen solchen z und von jedem Klotze weg je eine der zur Reizung zu verwendenden Elektroden schliesst den Schlüssel durch Niederdrücken des Hebels, so bildet dieser Hebel eine eitende Brücke (Nebenschliessung) zwischen den offen gedachten oder an einen Körper starkem elektrischen Widerstand, z. B. an der Hand oder an einen Nerven angelegten troden. Die Induktionsströme nehmen unter diesen Umständen ganz diesen leichteren , sodass bei geschlossenem Schlüssel keine Wirkung eintritt. Erst n er geöffnet ist, brechen die Induktionsströme in die Elektroden herein und bedingen effenden Falles die geforderte Erregung. Schlittenapparate zu therapeutischen Zwecken meist in einem Kasten eingeschlossen; es finden sich gewöhnlich auch schon eigene lüsselvorrichtungen an ihnen angebracht, die die eben genannte unnöthig machen.

Zu therapeutischen Zwecken wurden früher fast ausschliesslich Induktionsapparate nicht Elektromagneten wie der beschriebene du Bois-Reymond'sche Schlitten, sondern mit hlmagneten benützt. Sie haben den Vortheil, dass sie stets sogleich zum Gebrauche ig sind, ohne dass erst ein galvanisches Element hergerichtet und angeschraubt werden sste. Doch wird dieser Vortheil wohl reichlich schon durch den Nachtheil aufgewogen, s der Apparat, wie aus dem Folgenden erhellen wird, stets zu seiner Bedienung einen Ge- len zum Drehen der Kurbel bedarf. Dazu kommt noch, dass hier die Stromschwächung und tärkung weit weniger leicht und in geringeren Grenzen möglich ist als bei den eben be- iebenen Apparaten. Doch werden sie noch jetzt vielfältig benützt in der Einrichtung, ihnen Saxton gegeben hat, nach welchem die betreffenden Instrumente Saxton'sche chinen heissen, sie werden auch als magneto-elektrische Rotationsappa- e benannt.

Die Stärke einer Saxton'schen Maschine hängt von der Stärke ihres Magneten, der Win- sanzahl ihrer Rollen und natürlich auch von der Geschwindigkeit des Drehens Man kann die Stärke also durch Schwächung des Magneten reguliren, welche man durch gung eines Eisenankers, je näher den Polen, desto eingreifender, erreichen kann. Gewöhn- ist auch noch eine Schraubenvorrichtung angebracht, welche es erlaubt, die Induktions- n mehr oder weniger von den Magnetpolen abzurücken, wodurch selbstverständlich die kung auch herabgesetzt werden muss.

Physiologische und therapeutische Elektroden. Die elektrischen Ströme der beiden genannten umente werden den physiologischen Präparaten durch sogenannte Elektroden leitet. Diese Elektroden sind gewöhnlich zwei einfache Drähte, am besten Platindrähte, mit n man die zu reizenden Organe metallisch berührt. Man kann diese Drähte mit der d während der Reizung halten. Natürlich müssen sie dazu an der Stelle, wo man sie hrt, mit einer isolirenden Schicht überzogen sein. Die Isolation wird durch Ueberziehen Glas- oder Kautschukröhrchen über die Drähte erzielt. Auch Handgriffe von Bein in emer Form isoliren genügend. Kommt es bei physiologischen Reizversuchen darauf die Polarisation vollkommen zu vermeiden, so kann man die schon beschriebenen Bois-Reymond'schen unpolarisirbaren Elektroden in einer modificirten Form ver- den. Sie bestehen dann aus Glasröhrchen, deren eines offenes Ende mit feuchtem plasti- em Thon, getränkt mit 1 pCt. Kochsalzlösung, verschlossen ist, den man als Spitze, der der Hand jede beliebige Form gegeben werden kann, vorstehen lässt. Diese Thon- zen werden an die zu reizenden Nerven oder Muskeln direkt angelegt. Das Röhrchen mit koncentrirter Zinkvitriollösung gefüllt, in welche ein amalgamirtes Zinkblech getauch

ist, das bis gegen den Thonboden des Röhrchens herabreicht. An das Zinkl... Leitungsdraht, der die Elektroden mit dem elektrischen Apparat verbindet, angel...

Die **Elektroden für therapeutische Zwecke** haben eine wesentlich ... eben beschriebenen verschiedene Gestalt. Sie haben den Zweck, elektrische Reiz... die trockene Oberhaut des menschlichen Körpers hindurch zu vermitteln, welch... die elektrischen Ströme nicht leitet wie alle hornähnlichen Materien, die ja als ... benützt werden können. Die Schweisskanälchen, welche die Epidermis durchse... dagegen feucht, sie leiten die Elektricität, welche also, wenn sie auf die trockene ... wendet wird, allein diese Wege in die Tiefe nimmt. Sie erreicht dadurch, da sie ... so feine Oeffnungen gleichsam hindurchzwängen muss, in diesen eine sehr bed... tensität, die eine hefti... der direkt betroffenen ... hervorbringt. Die Gesam... tät der Ströme wird aber ... feine Vertheilung in Stro... den enormen Hautwiders... deutend geschwächt, da... zur Reizung der unter der ... den Muskeln und Nerven ... die überdies durch die E... Hautnerven sehr schme... Dagegen kann in manche... **Schmerzerregung** ... tischer Zweck sein. Die ... wenigstens die eine, mus... auf die trockene Hautste... reizt werden soll, angel... Man giebt gern der Elek... der man eine Hautstelle ... reizen will, die Gestalt ... aus Drahtfäden, mit de...

Fig. 194.



Therapeutische Elektroden.

Haut bestreicht, welche dadurch leicht sehr heftig erregt werden kann (Fig. 194).

Kommt es dagegen darauf an, die unter der Haut liegenden Organe zu erreger... der Widerstand der Epidermis möglichst geschwächt werden. Man erreicht d... Befeuchten derselben mit Wasser oder Kochsalzlösung. Setzt man auf eine solch... für Elektricität durchgängig gemachte Hautstelle die **mit feuchtem Schwa... Leder überzogenen Elektroden** auf, so fliesst der Strom breit, zusamm... durch die Haut und erregt die Hautnerven selbst weniger, dagegen kräftiger die unte... Muskeln und Nerven. Die Elektroden werden dazu ziemlich nahe an einander aufges... Intensität des Stromes an einer bestimmten Stelle, die gereizt werden soll, mög... werden zu lassen. **Will man den Muskel oder Muskelnerven reizen,** ... eine Elektrode eine breite feuchte Platte, welche man auf die gut durchfeuchtete ... dem zu erregenden Muskel oder auf ihn selbst aufdrückt. Die reizende Elektrod... feucht auf die wohldurchfeuchtete Haut aufzudrücken über dem zu reizenden M... einem Nerven. Bei der **Hautreizung** dagegen werden die Elektroden mögl... von einander, aus dem entgegengesetzten Grunde, angelegt. Die eine breite Elektro... Platte) muss dabei auch feucht angelegt werden, um möglichst wenig Schmerz z... während man mit der anderen (Pinsel oder trockene Platte) die zu reizende ... bestreicht.

Für die Anwendung der **konstanten Ketten** kommen ganz dieselben R... Geltung wie für die Induktionsströme. Stets wird man im Auge haben müssen, da... Orte, an dem die Wirkung eingeleitet werden soll, die Dichtigkeit des Stromes ...

deutend sei. Auch hier gelten dieselben Gesichtspunkte für Anlegung der Elektroden an verwendet ganz die gleichen wie für die Induktionsströme). Gilt die Einwirkung den eren Gebilden unter der Haut, wie es wohl meist der Fall sein wird, so hat man sich wie rt auch feuchter Elektroden zu bedienen. Will man im Allgemeinen auf tiefere Theile irken, so bedient man sich zweier feuchter, grosser Elektroden; will man eine Wirkung

Fig. 195.



Motorische Punkte nach Ziemssen.

an einer bestimmten Stelle, so wird man die eine Elektrode klein sein lassen, m
elektrisirende Stelle aufgesetzt, hier eine möglichst bedeutende Stromstärke zu

Man kann den Muskel am besten von seinem Nerven aus zur Z
ziehung bringen. Duchenne fand, dass von bestimmten Punkten der H
aus die Muskeln, wenn man dort die reizende Elektrode aufsetze, am besten
digsten zur Zusammenziehung bewegen könne.. Er nannte diese Stellen: »Punk
Remak wählte dafür den bezeichnenden Ausdruck: motorische Punkt
zuerst aus, dass diese Stellen den unter der Haut liegenden Eintrittspunkten
die Muskeln entsprächen. Ziemssen hat die bis dahin bekannten motorischen
als die Eintrittsstellen der Nerven in die Muskeln anatomisch erwiesen u
Anzahl solcher neu entdeckt.

Für Erregung der Nerven im Gesichte liegt die breite, feuchte Elektrode a
Man bedient sich hier wie bei den Sinnesnerven nur sehr schwacher Str
Auge (Retina) zu elektrisiren, setzt man die eine (kleine) Elektrode auf den i
winkel, die grosse auf die Schläfe. Zur Erregung des Gehörnerven füllt m
lauem Wasser und bringt einen Draht hinein, die breite Elektrode liegt w
Schläfe. Da die Knochen die Elektricität auch leiten, so kann man mit
Stromstärken auch den Centralorganen des Nervensystemes (Rückenmark un
trische Ströme zuleiten.

In der vorstehenden Fig. 195 sind nach Ziemssen eine Reihe motoris
für die Anlegung der Elektroden bezeichnet. Die Abbildung ist nach eine
eines 26jährigen Mannes angefertigt, an welchem Ziemssen die motorischen
stellt und mit Höllenstein auf die Haut bezeichnet hatte. Dadurch wurde e
Reizungsstellen der einzelnen Muskeln in ihrem Verhalten zu einander un
oberfläche naturgetreu zur Anschauung zu bringen.

Tabelle der motorischen Punkte nach Ziemssen.

Nro. 1. Stamm des N. facialis nach seinem Austritt aus dem Foram. stylomast.
" 2. Zweig des N. facialis zu den Mm. retrahentes und attollens auriculae (hintere Portio
" 3. Zweig des N. facialis zum M. occipitalis.
" 4. Zweig des N. facialis zum M. tragicus und antitragicus.
" 5. Zweig des N. facialis zum M. attrahens auriculae und attollens auriculae (vordere Po
" 6. Zweig des N. facialis zum M. frontalis.
" 7. Zweig des N. facialis zum M. corrugator supercilii.
" 8. Zweig des N. facialis zum M. orbicularis palpebrarum.
" 9. Zweig des N. facialis zum M. zygomaticus major.
" 10. Zweig des N. facialis zum M. zygomaticus minor.
" 11. Zweig des N. facialis zum M. levator lab. super. et alae nasi.
" 12. Zweig des N. facialis zum M. compressor nasi.
" 13. Zweig des N. facialis zum M. levator lab. super. propr.
" 14. Hauptäste (Rami buccales) des N. facialis.
" 15. Hauptäste (Rami subcut. maxill. inf.) des N. facialis.
" 16. Hauptäste (Rami subcut. colli) des N. facialis.
" 17. Zweig des N. accessorius Willisii zum M. sternocleidomast.
" 18. Aeusserer Ast des N. accessorius Willisii zum M. cucullaris.
" 19. Aeste für das Platysma myoides aus dem Plex. cervicalis.
" 20. Zweig des Plexus cervicalis zum M. levator anguli scapulae.
" 21. Nervus phrenicus.
" 22. N. dorsalis scapulae zum M. rhomboideus und serratus postic. sup.
" 23. N. thoracici posteriores (N. thorac. long) zum M. serratus magnus.
" 24. N. suprascapularis zum M. supra- und infraspinatus.
" 25. Zweig des N. facialis zum M. quadratus menti.
" 26. Zweig des N. facialis zum M. triangularis menti.
" 27. N. hypoglossus.
" 28. Zweig der Ansa N. hypoglossi zum M. omohyoideus.
" 29. Zweig der Ansa N. hypoglossi zum M. sternothyreoideus.
" 30. Zweig der Ansa N. hypoglossi zum M. sternohyoideus.

Vorderes äusseres Bündel des Plex. brachialis, aus welchem der N. musculocutan. und ein Theil des N. medianus entspringen.
N. thoracici anteriores zu den Mm. pectorales.
Zweig des N. facialis zum M. quadratus menti.
Zweig des N. radialis zum Caput extern. M. tricipitis.
N. radialis.
Wandelbarer Ast des N. radialis zum M. brachialis internus.
Nerveneintrittsstelle (vom Muskel bedeckt) zum M. supinator longus.
Nerveneintrittsstelle (vom Muskel bedeckt) zum M. radialis externus long.
Aestchen des N. radialis zum M. anconaeus quartus.
Nerveneintrittsstelle zum M. radialis externus brevis.
a } Aeste des N. radialis zum M. extensor digitor. communis.
Nerveneintrittsstelle zum M. ulnaris externus.
Gemeinsame Reizungsstelle für den M. abductor pollicis longus und extensor digiti indicis proprius.
Motorischer Punkt für den M. extensor digiti minimi proprius.
Motorischer Punkt für den M. abductor pollicis longus.
Motorischer Punkt für den M. extensor indicis proprius.
Gemeinsamer motorischer Punkt für die Mm. extensores pollicis longus und brevis.
Motorischer Punkt für den M. extensor pollicis brevis.
Motorischer Punkt für den M. extensor pollicis longus.
Motorischer Punkt für den M. abductor digiti minimi.
I., II., III., IV. } Motorische Punkte für die Mm. interossei externi.
Zweig der Nn. thoracici ant. zum M. deltoideus.
Nervus musculocutaneus.
N. medianus.
Reizungsstelle des Zweiges vom N. musculocutaneus zum M. brachialis int.
Zweig des N. medianus zum M. pronator teres (äusserer).
} Motorische Punkte für den M. flexor digitor. sublimis.
Zweig des N. medianus zum M. pronator teres (innerer).
Motorischer Punkt für den M. radialis internus.
Motorischer Punkt für den M. palmaris longus.
Motorischer Punkt für den M. flexor digitorum sublimis.
Motorischer Punkt für den M. flexor pollicis longus.
Nervus ulnaris nach Abgabe seines Dorsalastes.
Nervus medianus.
Reizungsstelle des Ram. volaris prof. N. ulnaris.
Motorischer Punkt für den M. abductor pollicis brevis.
Motorischer Punkt für den M. opponens pollicis.
Motorischer Punkt für den M. abductor digiti minimi.
Motorischer Punkt für den M. flexor digiti minimi.
Motorischer Punkt für den M. flexor pollicis brevis.
Reizungsstelle des Ulnarzweiges zum M. adductor pollicis.
Reizungsstelle des Medianzweiges zum M. lumbricalis II.
Reizungsstelle des Medianzweiges zum M. lumbricalis I.
Motorischer Punkt des M. flexor digitor. commun. profundus.
Motorischer Punkt des M. ulnaris internus.
} Motorische Punkte der Bäuche des M. rectus abdominis.
} Motorische Punkte des M. obliquus abdominis externus.
Motorischer Punkt des M. transversus abdominis.
Motorischer Punkt des M. obliquus abdominis internus.

Nro. 101. Eintrittsstelle des Zweiges vom N. cruralis zum M. tensor fasciae latae.
„ 102. Eintrittsstelle des inneren Zweiges vom N. cruralis zum M. rectus femoris
„ 103. Eintrittsstelle des Zweiges vom N. cruralis zum M. vastus externus.
„ 104. Eintrittsstelle des Zweiges vom N. cruralis zum M. cruralis.
„ 105. Nervus cruralis.
„ 106. Zweig des N. cruralis zum M. sartorius.
„ 107. Motorischer Punkt des M. pectineus.
„ 108. Motorischer Punkt des M. adductor brevis.
„ 109. Motorischer Punkt des M. adductor longus.
„ 110. Motorischer Punkt des M. gracilis.
„ 111. Zweig des N. cruralis zum M. vastus internus.
„ 112. Motorischer Punkt des M. soleus.
„ 113. Zweige vom N. tibialis zum M. flexor digitor. commun. longus.
„ 114. Nervus tibialis.
„ 115. Nervus peroneus.
„ 116. Nervus peroneus superficialis.
„ 117. Motorischer Punkt des M. extensor digitor. commun. longus.
„ 118. Motorischer Punkt des M. tibialis anticus.
„ 119. Motorischer Punkt des M. extensor hallucis longus.
„ 120. Motorischer Punkt des M. peroneus tertius.
„ 121. Endast des N. peroneus profundus zum M. extensor digitorum communis brevis.
„ 122. Motorischer Punkt des M. abductor digiti minimi.
„ 123. Motorischer Punkt des M. abductor hallucis.
„ 124. }
„ 125. } Motorische Punkte des Mm. interossei externi.
„ 126. }
„ 127. }
„ 140. Nervus obturatorius.

Der Nervus ischiadicus ist am unteren Rande des Glutaeus maximus Trochanter major und Tuber ischii in der Mitte, mit kräftigem Aufsetzen und star zu erreichen: Beugung des Unterschenkels mit schmerzhaften Sensationen.

Etwa in der Mitte der Mittellinie der Hinterfläche des Oberschenkels findet sie rischer Punkt (N. ischiadicus) für den M. biceps femoris, über der Kniekehle Mittellinie ein zweiter.

Neben dem oberen motorischen Punkte des M. bic. fem. nach innen 5¾" ischii ist der Nervenast für den M. semitendinosus zu treffen.

Noch etwas weiter nach innen auf derselben Höhe am Schenkel der Ast des M branosus etc.

Physiologie der Sinnesorgane.

Zweiundzwanzigstes Kapitel.

: allgemeinen Grundlagen der Empfindung, Hautsinn und Gemeingefühl.

Leitungsgesetze der Nerven.

r animale Organismus steht in allseitigem Verkehr mit der ihn umgeben-
ur.

r Verkehr des menschlichen Organismus mit der Aussenwelt zeigt eine
md eine passive Seite. Die Fähigkeit der activen Einwirkung beruht auf
hanismen der willkürlichen Bewegung, die wir auf Reizzustände eintreten
welche von den nervösen Centralorganen aus der Peripherie zugeleitet
. Passiv sehen wir von der Aussenwelt her dieselben nervösen Central-
Veränderungen ihres Ruhezustandes erleiden, die wir als Empfindungen
nen. Dazu sind eigene Organe vorhanden, die Sinnesorgane, welche
: äussere Agentien, für welche der Nerve an sich z. Thl. nicht empfindlich
Nervenreize umsetzen. Nur die Endorgane des Optikus sind für Licht, des
us für Schall, des Olfaktorius für Gerüche erregbar. Ohne die Sinnesappa-
ılt dem Nerven die Fähigkeit der Erregung durch gewisse Bewegungs-
ausser ihm. Man könnte sich vorstellen, dass es noch eine Reihe von Be-
sformen ausser uns giebt, von denen wir keine Ahnung haben, da uns die
, sie in Nervenreize zu verwandeln, abgehen.

ist auf den ersten Blick klar, dass diese beiden namhaft gemachten
leitungen, motorische und sensible, in den motorischen und sensiblen Nerven
lich verschieden seien. Während bei den ersteren ein in den Centralorganen
ender Reizzustand centrifugal den Organen zugeleitet wird, erfolgt
f einen in der Peripherie auf die Nervenendigungen einwirkenden Reiz die
ıg der Centralorgane, die Erregungsleitung geschieht sonach im entgegen-
n Sinne wie oben: centripetal.

ın hat lange versucht, die Grundlage dieses verschiedenen Leitungs-
ens in einer äusseren oder inneren Verschiedenheit der Nerven selbst, in
s sich findet, zu entdecken. Das Mikroskop, die chemische Analyse, das
lische Experiment haben solche gesuchte Unterschiede in den Bewegungs-
ıpfindungsnerven nicht auffinden können.

Das physikalische Experiment hat es sogar, wie es scheint, über allen
erhoben, dass in Wahrheit motorische und sensible Nerven in ihren physiol
Grundeigenschaften vollkommen identisch sind. In der du Bois-Reymond'sch
deckung der negativen Stromschwankung des tetanisch gereizten
ist uns ein Mittel an die Hand gegeben, zu entscheiden, ob der Erregungs
im auf- oder absteigenden Sinne in den beiden Nervengattungen ihren versch
Functionen entsprechend mit verschiedener Leichtigkeit zu Stande kom
zeigt sich, dass sich in dieser Beziehung keine merklichen Unterschiede
Die negative Schwankung lässt sich erhalten, wenn wir das peripheris
das centrale Nervenende der Reizung aussetzen, sodass einmal centrip
andere Mal centrifugal der Erregungszustand geleitet wird. Legen wir di
den Elektroden so an, dass eine mittlere Strecke des ausgeschnittenen
erregt wird, und leiten von beiden Endquerschnitten und zwei ihnen
legenen Längsschnitten an zwei Multiplicatoren gleichzeitig die Nervenst
so zeigen beide Ströme auf den Reiz die negative Schwankung, zum
dass sie sich auf- und abwärts fortzupflanzen vermag, ohne dass im mo
Nerven das Zustandekommen derselben in einer Richtung etwas erleichter
als in der anderen. Ebenso verhalten sich die sensiblen Nerven.

Versuche der Art, an den Nervenstämmen selbst angestellt, leiden
nicht zu übersehenden Fehler. Die Nervenstämme sind nämlich ohne A
gemischter Natur, d. h. es sind an ihnen motorische und sensible Fas
einigt. Man könnte auf den Verdacht kommen, dass das Zustandekom
Erregungszustandes, der negativen Schwankung das eine Mal in der ein
tung der einen, in der anderen der zweiten Fasergattung zuzuschreiben
den Austrittsstellen der Nerven aus dem Rückenmarke zeigen sich die Fa
beiden Gattungen bekanntlich noch ungemischt. Die vorderen Nerven
bestehen aus motorischen, die hinteren aus sensiblen Nervenfasern (B
Gesetz). Du Bois-Reymond hat durch Versuche die Gültigkeit der obe
führten Thatsache auch für diese ungemischten Nerven bestätigt, so da
das doppelsinnige Leitungsvermögen beider Nervengattun
wiesen ist.

Offenbar müsste man den Beweis der doppelsinnigen Leitung auch auf die We
können, dass man künstliche Nerven so herzustellen versuchte, dass man einen r
rischen und einen rein sensiblen Nerven durchschneidet und nun das periphe
des motorischen mit dem centralen Ende des sensiblen, und umgekehrt das per
Ende des sensiblen mit dem centralen Ende des motorischen zusammenheilt.
Versuchen wurde von Bidder der Nervus hypoglossus und lingualis bei Hunden zu
den versucht, von denen der erstere die Bewegung der Zungenmuskeln, der
Empfindung der Zunge vermittelt. In der Mehrzahl der angestellten Versuche h
Nervenstämme wieder direkt an einander, nicht wie man gewünscht hatte, gekr
neueren Versuchen scheint das Experiment jedoch gelungen. Man konnte von dem
Narbe liegenden früheren sensiblen Lingualisende aus durch elektrische Reizung K
der Zungenmuskeln erhalten (Phillipeaux, Vulpian, J. Rosenthal). So kann auch d
ses Experiment die Möglichkeit der Nervenerregungsleitung in beiden Richtunge
wiesen angesehen werden.

Sonach liegt also die Verschiedenheit der Empfindungs- und Bew
nerven nicht in ihnen selbst. Es bleibt uns ohne Wahl nur die eine An

s die beobachteten Unterschiede verursacht werden durch die Verschiedenheit peripherischen und centralen Apparate, welche wir durch die Nerven mit nder in Verbindung gesetzt sehen. Der motorische Nerve erhält seinen rakter dadurch, dass er in einer Ganglienzelle entspringt und in einer Muskel- r endigt. Sein *Reizorgan* ist eine *central gelegene* Ganglienzelle, sein eits- oder *Erfolgsorgan* ein *peripherisch* gelegener Muskel; so mt es, dass er von seinem normalen Reizorgane aus nur centrifugal erregt l, obwohl er auch die Fähigkeit zur centripetalen Erregungsleitung besitzt. ekehrt ist es bei den sensiblen Nerven: sie entspringen gleichsam in einem ipherisch-gelegenen Reizorgane*, einem sogenannten Sinnesorgane: e, Ohr, Tastkörperchen etc., und enden als in ihrem *Erfolgsorgane* in lienzellen im Gehirn. Der normale Reiz, der sie erregt, findet an der Peri- ie statt, das Organ, welches dadurch erregt wird, liegt central, so ist die ung der Erregungsleitung centripetal, obwohl sie auch hier dem Bau der Ner- nach in umgekehrter Richtung zu Stande kommen könnte.

Wir haben hier ohne Weiteres das Zustandekommen des Empfindungs- nges in central gelegene Ganglienzellen verlegt. Wir finden bisher in den ralorganen keine anderen Organe als die genannten Zellen, als deren Aus- r die Nervenfasern zu betrachten sind, denen wir diese Function zuzu- iben vermögen (cf. Gehirn und Rückenmark).

Qualitäten der Empfindung.

Die Empfindungserscheinungen schliessen einige der grössten Räthsel der ologie in sich.

Woher kommen die verschiedenen Qualitäten der Empfindung? Warum , hören, schmecken, riechen wir, warum haben wir Tast- und Temperatur- ndungen?

Man hat in einer früheren Periode der Wissenschaft sich damit begnügt, die len Nerven als blosse Leiter für die Eigenschaften der äusseren Dinge anzu- ; man glaubte wohl, dass durch die Nerven direct die Eindrücke des Lichtes, nschwingungen, der Geschmacksstoffe den Centralorganen zugeleitet würden, ualitäten der Empfindungen führte man auf die Qualitäten der sie erzeugen- toffe direkt zurück. Man konnte sich so leicht über die Schwierigkeiten gsetzen, die aus der Erfahrung hervorgingen, dass *durch Reizung r einzelnen sensiblen Nervenfaser nur solche Empfin- en entstehen können, welche zu dem Qualitätenkreis eines gen bestimmten Sinnes gehören, und dass jeder Reiz, wel- diese Nervenfaser überhaupt zu erregen vermag, nur Em- lungen dieses besonderen Kreises hervorruft.* Der verschiedene er Endorgane, der Sinneswerkzeuge, welche zweifelsohne für das Wirksam- n der verschiedenen Reizmittel: Druck, Licht, Schall, chemische Einwir- n zweckmässig eingerichtet sind, schien Alles zu erklären und musste Alles en.

Die Erfahrungen der chirurgischen Praxis und des physiologischen Experi- s widersprechen nun aber einer solchen einfachen Annahme direkt.

Es zeigt sich, dass in allen Fällen die Reizung des Nervenstammes se Empfindung aus dem gleichen Qualitätenkreis hervorruft als die Reizu Endorgane.

Reizen wir einen sensiblen Nervenstamm, so erregt dieses eine Em als würden alle Endorgane gereizt, welche mit dem Stamme in Verbindu Reizung von Nervenzweigen beschränkt dem entsprechend den Erfolg a den Nervenzweigen versorgten Organe.

Tausendfältig sind die Erfahrungen der Chirurgen, dass auch d wenn die Empfindung in den äusseren Theilen durch Durchschneiden d oder auf einem anderen Wege vollkommen verschwunden ist, der Ner selbst noch Empfindungen haben kann, welche in dem ehemaligen perip Verbreitungsbezirke desselben zu sein scheinen. Hierher gehören die amputirten Gliedern, die Beobachtung, dass nach Transplantation des St bei der künstlichen Nasenbildung vor der Durchschneidung der Hautbrück die neue Nase mit der Stirn verbindet, die Berührung der Nase eine E erzeugt, welche in die Stirn, von wo die Haut derselben stammt, ver Dieselbe Unabhängigkeit der von dem Nerven vermittelten Empfindun Lage des empfindenden Endorganes zeigt sich auch, wenn wir, wie scho TELES wusste, willkürlich die empfindenden Organe aus ihrer normalen l gen, wenn wir z. B. Zeigefinger und Mittelfinger derselben Hand kreuz einander legen und zwischen den nun sich zugewendeten Seiten der g Finger, welche im normalen Zustand die entgegengesetzten Seiten derse eine kleine Kugel hin- und herrollen; man glaubt dann zwei Kugeln z da bei der normalen Fingerlagerung nur zwei verschiedene Kugeln gleich beiden betreffenden Fingerseiten berühren könnten.

Noch viel schlagender sind die Beobachtungen, bei den Nerven, d nannten höheren Sinnesorgane. Lassen wir gewisse verschiedene als I bekannte Agentien auf die Sinnesorgane selbst einwirken, z. B. Elekt zeigen sich dieselben dafür empfänglich, aber jeder Sinnesnerve empf Reize auf seine specifische Art. Der eine Nerve sieht davon Licht, d hört davon einen Ton, der andere schmeckt die Elektricität, dasselb welches von den anderen sensiblen Nerven als Schmerz oder Schlag e wird. Vermehrter Blutandrang erregt in dem einen Organe, durch Rei ner nervösen Apparate, ein leuchtendes Bild, in dem anderen Brausen anderen Kitzel oder Schmerz etc.

Es schien leicht, diese Verschiedenheit der Wirkung auf eine s specifische Energie der Nerven zurückzuführen. Man musst nächst diesen Vorgang als eine Verschiedenheit in der Molekularbewegu Nerven selbst denken. Der Reiz müsste danach in jedem Nerven eine Zustand der Erregung herbeiführen. Die Ergebnisse von Reizversuche Nerven der Sinnesorgane schienen diese Annahme zu bestätigen. A genannt sind die mechanischen Reizungen des Optikus z. B. bei sein schneidung, die als eine blitzende, grelle Feuererscheinung empfun den soll.

Die Entdeckungen DU BOIS-REYMOND's über die Erregungserscheinu Nerven, die sich unter allen Umständen bei allen als negative Stromsch zeigt, welche neuerdings auch am thätigen Sehnerven sicher nachgewiese

int, und keine qualitativen Unterschiede den specifischen Energieen entspre-
d erkennen lässt, scheint auch diese Annahme eines specifischen Reizzustandes
uschliessen.

Wir werden dadurch veranlasst, die specifischen Erfolge als bedingt anzu-
n, nicht durch die Nerven und eine specifische Art ihrer Erregung, sondern
h die nervösen Centralorgane, welchen die Erregung zugeleitet wird. Die
enorgane, welche durch die Nerven erregt werden, sind nur im Stande, eine
immte Empfindung — die einem inneren Bewegungszustande entspricht —
ermitteln. Derselbe Reiz wird, wenn er verschiedene Seelenorgane trifft,
der specifischen Energie derselben gedeutet.

Der eigentliche specifische Empfindungsvorgang, den wir bei unbefangener
achtung in die Sinnesapparate zu verlegen gewöhnt sind, findet also stets wo
anders statt. Das Auge wie alle anderen Sinnesorgane empfindet Nichts.
chschneiden wir den Optikus, sodass damit die Leitung zwischen Auge und
em empfindenden Centralorgane unterbrochen ist, so entstehen nach wie vor
r auf der Netzhaut, welche äusseren Gegenständen entsprechen, wodurch
letzten Endigungen des Sehnerven erregt werden, aber die Seele selbst
ndet Nichts, der Patient ist blind. Auch der Nerve selbst ist zur Empfindung
rmögend. Schneiden wir einen Nerven durch und quetschen oder galvani-
sein peripherisches Ende, so wird dadurch keine Empfindung erregt. Es
also nicht in den Sinnesorganen, nicht in den etwaigen specifischen Erregungs-
nden der Nerven der Grund, warum wir einmal die Nervenerregung Licht,
ndermal sauer nennen. Der Grund dafür liegt einzig und allein in den reiz-
irenden Gehirnorganen selbst, zu denen die Nervenleitung geschieht. So
ertigt sich die oft gemachte Behauptung, dass, wenn es gelänge, den Optikus
kustikus zu durchschneiden und ihre Enden gekreuzt zusammen zu heilen,
ei einem Concerte Licht- und Feuererscheinungen, bei einem Feuerwerke
oder Geräuschempfindungen bekommen würden.

Muss aus irgend einem Grunde ein krankhaftes Auge exstirpirt werden, so
der Schnitt durch den gesunden Sehnerven eine blendende Feuererschei-
Der Mensch ist dann noch nicht vollkommen blind. Er hat scheinbar an
usgeschnittenen Auge noch Lichtempfindungen, er glaubt noch mit ihm zu
; derartige Patienten sehen Lichter, Feuerkreise, tanzende Gestalten. Dieser
d, der auf einer direkten krankhaften Erregung des Sehnerven beruht,
so lange, bis dieser durch Nichtgebrauch degenerirt ist, wie dieses bei allen
en durch lange Unthätigkeit eintritt. Auch dann ist aber ein solcher Mensch
icht vollkommen blind. Solange sein inneres Gesichtsorgan im Ge-
, dessen Erregungszustand von ihm bisher als durch äussere Lichterschei-
n hervorgerufen gedeutet wurde, noch erregbar ist durch direkte Reize,
durch vermehrten Blutzufluss, erscheint einem solchen Blinden wenigstens
m Traum die Welt hell und farbig, und nur der wache Tag ist in Schwarz
let. Erst wenn die zerstörenden Einwirkungen des Nichtgebrauches auch
innere Sinnesorgan zerstört haben, wird sein Leben ein vollkommen dunk-
. bei Auge).

Die Erziehung der Seele durch die Sinneseindrücke.

Die ganze Annahme der specifischen Energieen hat auch in der eben vorg
Fassung noch etwas Gezwungenes. Wie sollen wir uns diese specifische Molekular
in den Ganglienzellen der Gehirnorgane vorstellen? Man hat gesagt, diese Verschied
lägen eben im verschiedenen Bau der Gehirnorgane begründet, von denen das eine
das andere riecht aus demselben Grunde, warum ein Muskel zuckt, eine Drüse F
absondert, auf denselben Nervenreiz. Derartige Bauverschiedenheiten der Gehirnorg
sich nun aber für jetzt, wie es scheint, noch nicht auffinden lassen. So neigen sich
Einige der Annahme zu, dass diese specifischen Energieen der Hirnorgane nur da
einer wahren Erziehung von aussen her sind. Die Seele, die gewöhnt ist, vom S
nur Lichteindrücke von der Aussenwelt her vermittelt zu erhalten, verlegt jeden v
anlangenden Reiz in den ihr aus anderen unterstützenden Sinneswahrnehmungen
Ort der normalen Erregung: in das Auge oder vielmehr auch aus diesem heraus in
bare Umgebung und nennt ihn Licht. Ebenso ist es vielleicht mit den übrigen
Sinnesapparaten.

Möglicherweise existirt also die besprochene Fähigkeit der Gehirnorgane,
fische Reize specifische Vorstellungen zu erwecken, nicht von Anfang an. M
diese Behauptung prüfen können, wenn man die erste selbstthätige Wirkung der
ihrer Erziehung zum Objekt einer naturwissenschaftlichen Untersuchung machen

Soviel steht fest, dass alle Sinneseindrücke, die ja nach dem Gesagten nur in
rungen unserer Gehirnorgane beruhen, zu Anfang rein subjektiv sein müssen, da
den zwei einfachsten Qualitäten: angenehm und unangenehm, entsprechen
jauchzt ein Kind bei dem Erblicken der Lampe ebenso wie bei dem Schalle einer
wie bei der Erregung einer ihm angenehmen Geschmacks- oder Gefühlsempfind
Erziehung ist lang und peinlich, bis sich im Menschen das Bewusstsein des Gegens
Subjekt und Objekt ausgebildet hat; bis er gewisse Alterationen seines eigensten
Zustände seines Nervensystemes als von äusseren Objekten erregt, als Objektives
ren Alterationen ganz ähnlicher Art, von anderen Nervenzuständen als von dem S
zu trennen vermag. Ist aber die Erziehung vollendet, so gehört eine philosoph
trachtung dazu, um zu verstehen, dass wir nicht den gesehenen oder gefühlten G
direkt, sondern eine durch ihn gesetzte Veränderung unseres Gehirnes empfind
Reihe von Qualitäten, die nur subjektiver Natur sind, schreiben wir bei der gew
Betrachtungsweise dem Objekt selbst zu. Wir nennen z. B. einen Körper gefärbt.
benunterschiede des Lichtes bestehen objektiv in einer bestimmten Geschwind
Aetherschwingungen, die unser Auge treffen und seine Netzhaut erregen: aus
also Nichts farbig, man müsste denn die Annahme einer gefärbten Bewegung für nic
halten. Allen unseren meist schlechthin objektiv genannten Sinneswahrnehmung
ähnliche Fehler aus Subjektivismus entspringend an.

Es ist schon oben angedeutet worden, dass wir in Folge des Ineinandergreifens
schiedenen Wahrnehmungen, die wir den verschiedenen Sinnesorganen verdan
dem Orte der Reizeinwirkung, die unsere verschiedenen Gehirnorgane erregen,
Vorstellung machen können. Diese Vorstellung über den Ort der Erregung sind u
malen Verhältnissen auffallend genau. Mit überraschender Schärfe sind wir im St
Ort der Reizung an unserer Körperoberfläche zu bestimmen. Bei dem Auge ist die
kenntniss noch weit auffallender. **Die Seele hat stets im wachen Zustan
Empfindung des jeweiligen Erregungszustandes aller seiner se
Nerven, sowie von der Lage aller Endorgane, welche die norm
regung vermitteln** (S. 700). Ausnahmen davon, wie sie durch Transplant
Hautlappen oder die Kreuzung der Finger gesetzt werden, dienen nur dazu, die
noch mehr zu erhärten. Diese Ortskenntniss ist ebenso ein Resultat der Erzieh

eele, wie ihre anderen eben besprochenen Fähigkeiten. Es ist moglich, bei jenen Trans-lantationen des Stirnlappens nach und nach das Gefühl so zu modificiren, dass die neue ase nun nicht mehr an der Stirne, sondern an ihrer neuen Stelle empfunden wird. Bei dem nge treffen wir auf noch schlagendere Beweise für diesen Satz.

Nicht jede Empfindung kommt zum Bewusstsein.

Unter normalen Umständen scheint nur ein Reiz gleichzeitig zur Perception mmen zu können. Die scheinbare Gleichzeitigkeit verschiedener Empfindungen rt wohl von einem raschen Wechsel der Erregung der verschiedenen Organe . Es können Erregungsvorgänge in unseren Seelenorganen stattfinden, ohne s wir eine Notiz davon nehmen. Um die Erregung zu einer wirklichen Empfin-g zu machen, müssen wir unsere Aufmerksamkeit auf die stattfindende Er-ung lenken. Es kann das willkürlich geschehen, meist jedoch erfolgt es un-lkürlich; ein starker Reiz erzwingt Aufmerksamkeit.

So steht also die Empfindung bis zu einem gewissen Grade unter der Gewalt Willens. Durch einen heftigen Schmerz oder auch schon dadurch, dass wir ere Gedanken auf einen bestimmten Gegenstand koncentriren, werden wir hllos, wenigstens für die gleichzeitig auf uns einwirkenden schwächeren sen-n Reize. Diese Gefühllosigkeit kann unter Umständen erstaunlich sein. Aus n Kriegsspitälern werden Fälle erzählt, dass Verwundete Verletzungen an sich sehr schmerzhafter Art nicht bemerkt hatten, über eine andere grössere nde. Auch in der Aufregung des Gefechtes oder des plötzlichen Schreckens kommt or, dass Verletzungen gar nicht wahrgenommen werden. Das heroische Er-n von Schmerz beruht, wie die allzugrosse Empfindlichkeit für Schmerzen, grösserer oder geringerer Fähigkeit, der Aufmerksamkeit willkürlich eine be-nte Richtung zu geben. Wir werden in der Folge im Gehirn ein Hemmungs-n kennen lernen, welches in Folge seiner Erregung durch den Willen gewisse ensible Reize sonst regelmässig eintretende Bewegungen: Reflexbewegungen, emmen vermag. Es scheint nöthig zu sein, ein analoges Hemmungs-trum für das Zustandekommen der Empfindung anzunehmen, uch willkürlich in Erregungszustand versetzt werden kann.

I. Der Tastsinn.

Tastorgane und ihre Erregung.

Die grösste Anzahl der empfindenden Nerven endigt in der Haut.

Es sind zwei wesentlich ihrer Qualität nach gesonderte Empfindungsarten, e zwei verschiedenen specifischen Energieen des Gehirnes entsprechen, die lurch die Haut vermittelt sehen:

Druckempfindung und
Temperaturempfindung.

Allen sensiblen Nerven gehört gleichmässig die Wollust- und Schmerz-findung an. Die erstere wird bei den beiden ebengenannten Empfindungs-. durch schwächere, intermittirend einwirkende Reize hervorgerufen; der

Schmerz entsteht durch andauernde schwächere oder durch momentan auch intermittirende starke Erregung.

Die Erregung der für Druckempfindungen vermittelst ihrer Endorg leichtesten anzusprechenden Nerven durch andere als taktile Reize ruft s Druckempfindungen analoge Gefühle hervor. Die betreffende Nervengattu ausser durch Druck auch noch durch Elektricität, vielleicht auch durch ch Agentien erregt werden. Die dadurch erzeugten Gefühle sind von dem de der aus rasch sich folgenden Druckschwankungen normal entsteht, ni schieden. Auch chemische Reize bringen mitunter ein derartiges Kit hervor, das von dem durch den normalen Reiz erzeugten nicht unter werden kann.

Die Empfindungsorgane, welche die Berührung der Hautstellen Nervenreiz umwandeln, sind dem Wesen nach wohl alle gleich gebaut sie sich äusserlich durch Grösse und Gestalt nicht unbeträchtlich von e unterscheiden. Es gehören hierher die PACINI'schen Körperchen, wel der Haut im subkutanen Bindegewebe eingebettet liegen, besonders i Haut der Hohlhand und der Fusssohle, sonst aber auch noch vielfältig l an den Gelenknerven, im Mesenterium der Katze etc. gefunden werde Körperchen haben eine makroskopische Grösse von 1—4 Mm. Ihnen g maassen ähnliche, aber von mikroskopischer Kleinheit, finden sich in pillen der Cutis eingelagert; von den Papillen enthalten einige nur Gefässs andere die MEISSNER'schen Tastkörperchen. Am häufigsten finden letzteren in der Haut der Finger und Zehen, sowie in Hohlhand und F Besonders in Schleimhäuten fand W. KRAUSE in der Submucosa analoge die er Nervenendkolben nennt.

Diese letzteren scheinen das einfachste Schema aller genannten T zu sein. Sie sind kleine ovale oder kugelige Bläschen, die eine binde Hülle und einen homogenen Inhalt erkennen lassen. An der Hülle fi Kerne eingelagert; in das Innere des Bläschens tritt eine Nervenfaser endet dort zugespitzt. Die Tastkörperchen sind ebenfalls Bläschen von o stalt mit dem Längendurchmesser senkrecht auf der Cutis aufstehend. l auf Durchschnitten an ihnen eine wohl ebenfalls bindegewebige, wie e geschichtete Hülle unterscheiden, die sich grob quergestreift durch quer Kerne von Bindegewebszellen (KÖLLIKER, GERLACH), hie und da etwa zeigt (Fig. 196). In das Innere treten ein oder mehrere Zweige von Ner ein, die dort endigen, doch ist ihre Endigungsweise noch nicht vollkomm erkannt. Sicher ist es, dass sie sich dort sehr regelmässig verästeln MEISSNER anfänglich lehrte, dass ihre regelmässig verlaufenden Zweige d der Querstreifung hervorbrächten. Am genauesten ist aus begreiflichen das makroskopische PACINI'sche Körperchen bekannt. Es zeigt ebenfalls e Gestalt. Eine ziemliche Zahl von Bindegewebsschichten umgiebt einen m gener Masse gefüllten Hohlraum, in welchen eine Nervenfaser eintritt, entweder mit einem Knöpfchen oder in einige kurze Endzweige gesp endigen. Das Neurilem zeigt sich schon vor dem Eintritt des Nerven ge Die Endverbreitung des Nerven scheint nur von dem Axencylinder herz GRANDRY fand eine sehr deutliche faserige Struktur des Axencylinders, eb

pfchens, das aus feinkörniger Substanz besteht, gegen welche die diver-
n, aus einander laufenden Endfibrillen sich deutlich absetzen (Fig. 197).

Fig. 196.



gensansicht einer Papille der Haut, *a.* Rinden- derselben mit Saftzellen und feinen elastischen , *b.* Tastkörperchen mit seinen queren Kernen. tendes Nervenstämmchen mit kernhaltigem Neu- *d.* Nervenfasern, die das Körperchen umspinnen. inbares Ende einer solchen. *B.* Eine Papille von so dass die Mitte im scheinbaren Querschnitt ge- wird. *a.* Rindenschicht der Papille mit Saftzellen. enfaser. *c.* Kernhaltige Hülle. *d.* Tastkörperchen. re feingranulirte Substanz desselben. Vom Men- schen. 350mal vergr. Mit Essigsäure.

Fig. 197.



PACINI'sches Körperchen aus dem Gekröse der Katze. *a* Nerv mit Perineurium, den Stiel bildend; *b* die Kapselsysteme; *c* der Axenkanal oder Innenkolben, in dem getheilt die Nervenröhre endigt.

ist keine Frage, dass diese genannten Organe alle für die Druckempfindung günstig sind. KRAUSE hat versucht experimentell nachzuweisen, dass eine verhältnissmässig Veränderung des Lumens solcher mit geschichteten Membranen umhüllter Bläschen eine nicht unbedeutende Druckschwankung in ihrem Inhalte hervorrufen müsse, wohl geeignet erscheint, als mechanischer Reiz für den eingeschlossenen Nerven zu . Er stellte diesen Organen ähnliche Gebilde aus mit Wasser gefüllten Darmstücken d dehnte sie in der Längenrichtung aus. Er sah, dass sie dabei ihr Lumen verkleiner- d damit einen Druck auf ihren Inhalt ausübten. Um diese Verkleinerung des Lumens öglichen, muss die Elasticität nach einer Richtung geringer sein als nach der andern, es bei den Darmstücken der Fall ist, und wie wir es analog für die fraglichen Organe oraussetzen können.

artige Gestaltsveränderungen der Tastorgane können natürlich entweder durch von wirkenden Druck oder Zug, oder auch durch Zusammendrücken der Organe durch in t gelegene Ursachen hervorgerufen werden. Wir können es uns somit vorstellen, wie ektrische Reizung, ja sogar chemische Einflüsse, welche erstere in der Cutis gelegene Blutgefässe, organische Muskeln etc. kontrahiren oder erweitern und somit die Druck- nisse in den Papillen mannichfach umgestalten kann, die Tastnerven zu erregen im sind. Auch von den chemischen Reizen der Haut können wir durch Diffusion, An- len der Epidermiszellen, stärkere Füllung der Blutgefässe derartige Druckschwan- uns hervorgebracht denken, sodass die letzte Ursache des Reizes der Tastnerven e gleiche sein kann, woraus sich die erwähnte überraschende Gleichheit der Empfin- rklärt. Wirken Elektricität oder chemische Reize sehr stark ein, so bekommen wir len Tastempfindungen (Kitzel) analoge Gefühle, sondern Schmerz, den wir aber urch intensiven mechanischen Reiz erzeugen können.

Die Empfindlichkeit der Haut.

E. H. Weber versuchte es, die absolute Empfindlichkeit der H Druckschwankungen zu prüfen. Er belastete eine Hautstelle mit zwei denen Gewichten nach einander und fand so den kleinsten Unterschi Gewichten, den man noch zu unterscheiden vermag, für die einzeln partieen nicht unwesentlich verschieden, was auch durch andere Method nachgewiesen werden kann, es gelingt so, eine Skala der absoluten Empf der verschiedenen Hautstellen zu entwerfen.

Ohne Zweifel das Wichtigste an dem Tastsinne ist die Hülfe, wel zur Beurtheilung der Gestalt der Körper, welche mit der Haut in Berüh men, gewährt. Wir sind im Stande, uns ein Urtheil über die Gestalt zu verschaffen durch einfache Berührung, besser noch, wenn wir ü verschiedenen Hautstellen hingleiten. Die tägliche Erfahrung lehrt, dass Zwecke nicht alle Hautstellen gleich geschickt sind, bei weitem am ges zeigen sich nach der gewöhnlichen Beobachtung die Fingerspitzen und fläche. Es stimmt dieses mit dem Resultate der mikroskopischen Unt zusammen, welche die Mehrzahl der Tastorgane an den genannten S gefunden hat. Die Gestalt der uns berührenden Körper beurtheilen wir verschieden starken, an verschiedenen Orten der Hautfläche einwirkend Rasche Abwechselung von Druck und Druckruhe bei dem Betasten deuten wir als eine gekerbte oder sonst rauhe Oberfläche; eine glatte giebt ein andauernd, gleichmässiges Druckgefühl, wenn wir mit den T darüber hingleiten. Gewisse Veränderungen der Berührungsfläche des Körpers und unserer Haut während der mit leichtem Drücken verbun rührung deuten wir als durch Flüssigkeiten, durch harte oder durch weniger weiche Substanzen hervorgerufen. Die räumliche Ausdehnung messen wir vermittelst des Tastsinnes entweder so, dass wir sie ganz zu suchen, oder indem wir sie gleichzeitig mit verschiedenen Hautstellen zwei Händen betasten. Auf die nähere Erklärung dieses letzteren Vorgang wir erst später (S. 694) eingehen, er setzt voraus, dass wir eine beständ Vorstellung von der relativen Lage unserer einzelnen Körpertheile zu ein sitzen, welche wohl hauptsächlich durch das Muskelgefühl vermittelt w

Zu den übrigen eben genannten Wahrnehmungen ist eine genaue niss der Seele auf der Oberfläche ihres Körpers erforderlich. Wir sind mit überraschender Genauigkeit den Ort einer stattgehabten Berühru Hautoberfläche anzugeben. E. H. Weber hat darüber messende Versu stellt. Er setzte einen Zirkel mit abgestumpften Spitzen auf die Ha geschlossenen Augen und bestimmte für die verschiedenen Hauts Abstand, den beide Zirkelspitzen von einander haben dürfen, um b zeitigem Anlegen an die Haut eben zwei gesonderte Empfindung zu g Resultate dieser Untersuchung sind ungemein in die Augen springend. M bei Anstellung dieser Versuche zu folgender Tabelle, welche selbstverst den absoluten Grössen bei verschiedenen Menschen Schwankungen erleid relative Werthe jedoch sich stets wiederholen. Die Feinheit des Gefü verschiedenen Theilen ist in der Tabelle nach dem Abstand der Zirkelsp gegeben, welcher nöthig ist, um zwei, nicht eine Empfindung hervorzur

Zungenspitze	½‴
Volarfläche des dritten Fingergliedes	1
rothe Oberfläche der Lippen	2
Volarfläche des zweiten Fingergliedes	2
Dorsalfläche des dritten ,,	3
Nasenspitze	3
Volarfläche über den Capitula oss. metacarpi	3
Zungenrücken 1″ von der Spitze	4
nicht rother Theil der Lippen	4
Rand der Zunge 1″ von der Spitze	4
Mittelhand des Daumens	4
Spitze der grossen Zehen	5
Dorsalfläche des zweiten Fingergliedes	5
Volarfläche der Hand	5
Wangenhaut	5
äussere Oberfläche der Augenlider	5
Schleimhaut des harten Gaumens	6
Haut über dem vorderen Theile des Jochbeines	7
Plantarfläche des Mittelfusses der grossen Zehen	7
Dorsalfläche des ersten Fingergliedes	7
Dorsalfläche über den Capitula oss. metacarpi	8
Schleimhaut am Zahnfleisch	9
Haut hinten über dem Jochbein	10
unterer Theil der Stirn	10
unterer Theil des Hinterhauptes	12
Handrücken	14
Hals unter dem Unterkiefer	15
Scheitel	15
an der Kniescheibe	16
Haut über dem Heiligenbein	18
am Acromion	18
,, Gesäss	18
,, Vorderam	18
,, Unterschenkel beim Knie und Fuss	18
,, Fussrücken bei den Zehen	18
auf dem Brustbein	20
am Rückgrat bei den 5 oberen Rückenwirbeln	24
,, ,, beim Hinterhaupt	24
,, ,, in der Lendengegend	24
,, ,, ,, ,, Mitte des Halses	30
,, ,, ,, ,, ,, ,, Rückens	30
in der Mitte des Arms	30
,, ,, ,, ,, Schenkels	30

oben erwähnte Skala für die absolute Empfindlichkeit ist der hier gege-
;anz ähnlich mit der einzigen Ausnahme, dass die Zungenspitze hier nicht die erste
ı der Empfindlichkeit einnimmt.
geringste Entfernung, welche an verschiedenen Hautstellen gesondert empfunden wird,
inigen Hautstellen, z. B. an den Extremitäten, in der Querrichtung kleiner als in der
richtung. Man kann bei derartigen Versuchen von einem Centrum aus nach der Peri-
die zweite Zirkelspitze ansetzen und kann auf diese Weise die Hautstellen umkreisen,
bei der doppelten Berührung noch eine einfache Empfindung geben; man kommt
neist zu einer kreisförmigen Gestalt der Hautstellen, sodass man von »Empfin-

dungskreisen« sprechen kann. Diese Empfindungskreise sind aber in den Extr nach dem oben gesagten nicht rund, sondern oval, der grössere Durchmesser lie Längenrichtung der Glieder (cf. unten).

Das Vermögen, die Empfindung zu lokalisiren.

Diese Empfindungskreise sind nicht etwas absolut Feststehendes. Bei Uebung und Aufmerksamkeit können sie verkleinert werden, sodass sie im Allgem Blinden von geringerem Umfang gefunden werden, als bei Sehenden. Als Mittel Empfindungskreises ist der berührte Punkt zu betrachten. Es ist selbstverständ sich um jeden ganz beliebig berührten Punkt ein derartiger Empfindungskreis z sodass man nicht in den Irrthum verfallen darf, als wäre die ganze Hautoberfläc neben einander liegende derartige Felder von verschiedener Grösse eingetheilt.

Schreiben wir (S. 694) der Seele eine fortwährende Vorstellung von dem Erregung aller ihrer Nervenendigungen in der Haut und deren relativer Lage zu einander z stehen wir, wie mit Hülfe dieser Vorstellung Tastempfindungen gesondert wahrg werden können. Zwei sehr nahe neben einander liegende Nervenendigungen bring Centralorgan zwar gesonderte und verschiedene Empfindungen hervor, deren Un aber so gering sind, dass sie nicht von einander getrennt werden können. Von ein abgelegenen Nervenendorgane jedoch ist die hervorgerufene Empfindung schon so schieden, dass sie als eine andere aufgefasst werden kann. Wegen dieser zu gros lichkeit der erregten Empfindung von zwei einander sehr nahe gelegenen Haut kommt es, dass die Seele beide nicht gesondert aufzufassen vermag. Die Empfind haben somit keine feststehende anatomische Basis, sie können mit der Uebung ve sein; sobald die Seele sich gewöhnt, auch auf kleinere Unterschiede in der Empfin zu achten, wird sie auch von zwei sich näher liegenden Endorganen noch die E gesondert aufzufassen vermögen. Alle Uebung kann dabei jedoch selbstverstä relativen Mangel an Sinneswerkzeugen in den unempfindlicheren Hautstellen nicht a sodass die dadurch hervorgerufenen Unterschiede niemals verschwinden können.

Man hat, insofern die Seele ein Bewusstsein von dem Zustand und der Lage der Empfindungskreise besitzt, die Oberfläche des Körpers »Tastfeld« genannt. kenntniss der Seele auf ihrem Tastfelde ist sicherlich etwas Erlerntes. So genau s Erwachsenen zeigt, so haben doch Kinder dieses Lokalisirungsvermögen für Emp auf ihrer Hautoberfläche nur in sehr unvollkommenem Grade, wovon man sich läg gende Beweise verschaffen kann, da sie den Sitz ihrer Schmerzen nur sehr wenig zugeben vermögen. Die angeführte Beobachtung bei Verlagerung von Hautstel sich nach längerer Zeit der Ortssinn wiederherstellen soll, ist ebenso ein Beweis machte Behauptung, die sich auch für das Sehorgan, dass sich durch seinen voll Ortssinn auszeichnet, rechtfertigt. Trotz des geringeren Ortssinnes will man bei K Empfindungskreise kleiner gefunden haben als bei Erwachsenen, was sich aus d Anzahl auf einen geringeren Raum, der kleineren Körperoberfläche entsprechend, z gedrängten Endorganen erklären lassen würde. Nach KRAUSE soll der Abstand spitzen stets etwa 12 Tastkörperchen umfassen, sodass also erst die von dem dreizehnten vermittelte Empfindung sich soweit trennen liessen, dass sie geson fasst werden können. Man sieht aus dieser Angabe, dass anatomische Grundlage fachen Verfeinerung unserer Ortsempfindung vorhanden ist, ein Ausbildungsgrad bei der Haut jedoch an keiner Stelle erlangt wird, während er von den empfinde organen des Auges in Wahrheit erreicht ist. Dort kann, wie es scheint, die Erre einzelnen Endorganes gesondert empfunden werden.

Eigentliche Tastempfindungen können in dem sensiblen Nerven nur von den E aus erregt werden. Reizen wir die Stämme, so haben wir zwar eine Empfindung

enden Falles in den Ausbreitungsbezirk des Nerven verlegen, es sind dieses aber keine sondern Schmerzempfindungen.

II. Der Temperatursinn.

zweite Art der von der Haut vermittelten Empfindungen ist die Tem-rempfindung. Sie ist von der Tastempfindung wesentlich verschieden, wahrscheinlich wird, dass andere Nervenendorgane, vielleicht die neuer-n Langerhans beobachteten, an die Endorgane der höheren Sinnesnerven den Nervenendigungen zwischen den ferneren Epidermiszellen, zur Ver-g der Erregung durch verschiedene Temperaturen in der Haut vorhanden en den Tastorganen. Für die Sonderung des Temperatursinnes von den Gefühlsempfindungen der Haut sprechen vor allem Beobachtungen wie die el's, dass bei einer Empfindungslähmung im Bereiche des Nervus ulnaris Stoss an den Ellbogen) alle Qualitäten des Tastsinnes sich abgestumpft während der Temperatursinn keine Unterschiede auf der kranken und n Seite erkennen liess.

Empfindungen der Wärme und Kälte gehen bei ihrer Steigerung zuerst — und Frostgefühl über, schliesslich ist jedoch die Schmerzempfindung nperaturnerven die gleiche, äusserste Kälte und Hitze wird gleichmässig nen empfunden. Die Erregung der Temperaturnerven scheint auch durch ität und chemische Einflüsse erzeugt werden zu können. Wenigstens ist nende Schmerz an der Haut durch die genannten Agentien kaum von dem Hitze hervorgerufenen zu unterscheiden. Das Wärme- und Kältegefühl wird erufen durch Abkühlung und Erwärmung der Haut. Es tritt unter der ung kalter oder warmer Körper auf die Haut ausser der direkten Ver-ng ihrer Eigenwärme noch eine secundäre unterstützende Erscheinung auf, die betreffende Gefühlsempfindung erhöht. Unter dem Einfluss der Kälte iren sich wie alle Arterien so auch die arteriellen Gefässe der Haut, durch erweitern sie sich. Dadurch wird der Blutzufluss zur Haut entweder ge-oder verringert, was eine Erwärmung oder stärkere Abkühlung wegen ker oder geringer fliessenden Wärmequelle zur Folge hat. Ein Krampf arterien allein kann somit schon Kältegefühl im Fieberfrost hervorrufen, ich die Gesammttemperatur des Körpers dabei eine abnorm gesteigerte ist. Empfindlichkeit der Temperaturnerven für Temperaturschwankungen ist verschiedenen Körperstellen ähnlich verschieden wie das Tastvermögen. r den kleinsten Unterschied aufsuchte in der Temperatur zweier die Haut nder Stoffe, welcher noch wahrgenommen werden konnte, kam E. H. Weber Skala der Hauttheile, welche mit der Zungenspitze beginnt, wie die oben e und mit dem Rumpfe endigt. Die Extremitäten ordnen sich dabei nicht ssig ein. Die Temperaturunterschiede, welche noch unterschieden werden liegen zwischen + 10 und + 47°C. Höhere oder niedere Wärmegrade nicht mehr genau geschätzt werden; je weiter sie sich von den angegebenen erthen entfernen, desto weniger gelingt eine Schätzung, da hiebei bei der ng nur ein intensiver Schmerz, der eine Unterscheidung nicht mehr zu-ntritt. Nach Nothnagel liegt das feinste Unterscheidungsvermögen für aturunterschiede zwischen 27° bis 33°C.; zwischen 33° bis 39° aufwärts

und von 27° bis 14° abwärts sinkt die Feinheit der Temperaturempfind
langsam, während sie von 39° bis 49° aufwärts und von 14° bis 7° ziemlic
wesentlich unsicherer wird. Indem man längere Zeit Wärme oder Käl
Haut einwirken lässt, kann man die Feinheit des Temperatursinnes be
tigen. Von Epidermis entblösste Haut reagirt auf Temperaturschwanku
hafter als die unversehrte.

Würden wir annehmen, dass die Veränderung der Blutzufuhr zur Haut und d
Endigungen der Temperaturnerven der normale Reiz für diese Organe sei, so
verstehen, wie elektrische und chemische Reizung der Haut, welche die Blutzu
verändern, scheinbare Temperaturempfindungen hervorzubringen vermögen.
die eigentliche Umsetzung in einen Nervenreiz hier zu Stande kommen möge,
noch unerklärt. Soviel steht aber fest, dass auch zur Hervorrufung dieser
Empfindung die Erregung der Endorgane unumgänglich nöthig ist. Reizen wir
stämme, in denen Temperaturnerven verlaufen, direkt durch Kälte, so bekomm
eine Schmerz-, aber keine Temperaturempfindung. Am Ellenbogen liegt der Ne
so nahe unter der Haut, dass er durch Eintauchen des Ellenbogens in eine Kä
leicht erregt werden kann. Man spürt dann, wie E. H. Weber zeigte, einen heftigen
den wir aber nach den Principien der Sinnesphysiologie nicht in die gereizte
sondern in ihre Endorgane in den Fingerspitzen verlegen. Dieser Schmerz,
Nichts mit einer Temperaturempfindung vergleichen lässt, ist so stark, dass e
Kältegefühl an der eingetauchten Hautstelle am Ellenbogen, das anfänglich natürl
den ist, endlich ganz übertäuben kann.

Je rascher die Wärmeabgabe eines Stoffes ist, desto wärmer ode
scheint er, da seine Einwirkung auf die Haut wirklich seinem Wärmeleitungsver
sprechend eine intensivere oder weniger intensive in der Zeiteinheit ist. Metall
scheint demnach bei gleicher Temperatur kälter oder wärmer als Holz.

Die oft gemachte Behauptung, dass der Haut das Vermögen zur Schätzung
luten Temperatur abgehe, ist bis zu einem gewissen Grade unrichtig. Jeder
der die absolute Temperatur seines Bades bis zu 1 oder sogar $^1/_2$° genau anzugeben ve
er seinen Ellenbogen in das Wasser hineinsenkt, ist ein schlagender Gegenbeweis. D
Thermometer, der hierbei verwendet wird, ist die konstante Eigentempera
sunden Menschen, wie sie sich in den von Wärmeabgabe möglichst g
ten Körperstellen findet. Eine solche Stelle mit konstanter Temperatur i
die Achselhöhle, sondern auch die Ellenbogenbeuge. Wenn wir, wie es bei der T
messung des Bades geschieht, den Arm im Gelenke beugen, so setzen wir dort d
abgabe dadurch so herab, dass diese Stelle die Normaltemperatur des Körpers e
bedarf jedoch nach dieser Richtung für die absolute Schätzung ebenso gut einer
ten Erziehung der Sinnesorgane wie nach anderen. Dieses absolute Wärmesch
mögen schwankt in den gleichen Grenzen wie das oben besprochene relative se
chen Grunde. Da der hier gebrauchte Thermometer die normale Eigente
der Haut ist, so ist es einleuchtend, dass das Schätzungsvermögen nach d
kungen der Eigentemperatur sich modificiren müsse. Die vollkommen abnorm
im Fieberfrost, in welchem die Hauttemperatur gegen die normale erhöht gefu
können die Behauptung des absoluten Schätzungsvermögens nicht entkräften.

Man hat Versuche (Czermak), die Gefühlskreise für Tastempfindu
gleichzeitigen Temperaturempfindungen zu bestimmen. Es zeigt sic
dem Zirkelversuche die Spitzen näher an einander gebracht werden können und
gesondert empfunden werden, wenn die beiden Spitzen verschiedene Temperatur
wenn sich also mit der Tastempfindung Temperaturempfindung mischt. Es summ
gleichsam beide Reize: der Druck- und Temperaturreiz zu einer verstärkten doppel
gung des Centralorganes von der getroffenen Stelle aus, sodass zwei an sich gl

…che Druckempfindungen durch die Hinzufügung der Temperaturempfindung zu der einen …glich verschieden werden, um gesondert auffassbar zu sein. Aus einem ähnlichen Grunde …rt es sich, warum man die Empfindungskreise kleiner bekömmt, wenn die eine Zirkel… stumpf, die andere spitz ist; die letztere wirkt bei dem Aufsetzen stärker reizend. …ruckversuche WEBER's mit verschieden temperirten Gewichten ergeben das …he Resultat. Ein kälteres Gewicht erscheint schwerer als ein wärmeres, weil sich mit dem …kreiz an der einen Stelle noch der Kältereiz verbindet zu einer gesteigerten Empfindung. …den letzterwähnten Fällen wurde die leichtere Differenzirung zweier Reizempfindungen …ittelt durch eine doppelte Reizung an einer Stelle, wodurch ein Summeneffekt zu …de kam. Der Effekt eines sensiblen Reizes nimmt auch dann zu, wenn …r Nervenendigungen gleichzeitig von demselben Reiz getroffen wer… Tauchen wir in zwei Gefässe von gleicher Temperatur in das eine die ganze Hand, in …dere nur einen Finger, so scheint das erstere wärmer als das andere zu sein. Die vie…leichzeitigen Reize summiren sich zu einem grösseren Effekte als die weniger zahl…en, obwohl die absolute Reizstärke jedes einzelnen Nervenendorganes ganz die gleiche …beiden Fällen. Das Vermögen, relative Unterschiede der Temperaturen zu schätzen, …r gewöhnlich ja sehr scharf ist, wird durch den genannten Umstand oft soweit be…chtigt, dass man zwei Temperaturen in verkehrter Weise für verschieden hält, als … in Wahrheit sind. Man hält unter diesen Umständen nach WEBER Wasser, welches …^{0} R. warm ist, und in das man die ganze Hand eintaucht, für wärmer als Wasser … 32 ^{0} R., in das man nur den Finger hereinbringt. In dieselbe Täuschung verfällt man, …man Wasser von + 17 ^{0}R. und + 19 ^{0}R. auf dieselbe Weise untersucht.

…deuten die Beobachtungen über Tast- und Temperatursinn darauf hin, dass die An… zu Recht besteht, dass die im Nerven angeregten Bewegungen in unserem Gehirne …erem Bewusstsein kommen. Je näher die Hautstellen einander liegen, auf welche die …cke gleichzeitig gemacht werden, und vermuthlich also auch, je näher einander die … des Gehirnes liegen, zu welchen die Eindrücke fortgepflanzt werden, desto leichter … die Empfindungen in eine zusammen, je entfernter sie aber von einander sind, desto …r ist es der Fall (WEBER).

…beweisen gleichzeitig diese Experimente, wie die gesonderte Empfindung zweier an …iedenen Stellen einwirkender sensibler Eindrücke gerade wegen ihres Zusammen…as, trotz der Einwirkung der Erziehung auf unser Bewusstsein, doch über eine be…te Grenze heraus oder vielmehr herein nicht mehr möglich ist. Die Bewegungser…ungen in benachbarten centralen Empfindungsorganen sind sich nicht nur sehr ähn…odass sie schwer eine von der anderen weggekannt werden können, sie fliessen …cht, da ein Centralorgan nächstbenachbarte mit in seine Bewegung hineinzieht, in …er über.

III. Gemeingefühl.

… sensiblen Nervenendigungen in den übrigen Körperorganen, mit Aus…der Sinneswerkzeuge und der Haut, sind noch fast vollkommen unbekannt. …ühlsempfindungen in ihnen sind in mancher Beziehung, besonders in den … den Tastempfindungen analog, doch sind die Nerven der inneren Körper…namentlich der Körperhöhlen, auch deutlich für Temperaturreize empfind… Unterleibe rufen, nach den übereinstimmenden Aussagen der betreffenden …n, plötzliche in ihn erfolgende starke Blutergüsse durch Gefässzerreissungen …ühl von Wärme (und Druck) hervor.

…e Knochen, Sehnen, Knorpel, Bindegewebe, sind wie das Fettgewebe für … unempfindlich, doch können in krankhaften Zuständen alle diese Organe …erz erregen. Ueberhaupt ist es bei den betreffenden Organen vor allen das …rzgefühl, was zur Empfindung kommt. Ein ganz gesunder Mensch wird

durch keine Empfindung über seine Körperanatomie, über die Lage seiner geweide z. B. unterrichtet, so genau in Folge von Krankheiten das Bewu von ihnen Kenntniss hat. Von den Endorganen der sensiblen Nerven d treffenden Organe sind fast allein die VATER'schen Körperchen im Mesenteri Katzen, sowie dieselben Organe an den Gelenken (RÜDINGER, RAUBER) beka den Muskeln, in denen das Gemeingefühl am stärksten und am feinsten bildet ist, fehlt noch alle Kenntniss der sensiblen Nervenendigungen, da Beobachtungen KÜHNE's u. A. nur auf die motorischen Nerven beziehen.

Das Muskelgefühl leistet uns zwei sehr wesentliche Dienste. Es unte uns nicht nur stets von der jeweiligen Lage unserer Glieder und Hautstelle haupt zu einander, sondern es sind auch die Muskeln, vermittelst welc den Grad der Anstrengung bemessen, welcher erforderlich ist, um den leisteten Widerstand zu überwinden. Auf gewöhnliche sensible Nervenrei sich die gesunden Muskeln nicht empfindlich. Man kann sie bei Operation schneiden und quetschen, ohne dass, wenn nicht ein Nerve direkt getroffe Schmerzäusserungen dadurch veranlasst würden. Hingegen sind die Musk empfindlich für das Gefühl der Anstrengung — Ermüdung —, we extremen Fällen in einen intensiven Schmerz übergehen kann. Hierher geh Schmerzen durch starke Muskelarbeit, die ungeheure Schmerzhaftigkeit te Krämpfe, z. B. des Wadenkrampfes, der Uteruskontraktionen. Vor allem hier zu nennen das feine Gefühl, welches die durch den Willen hervorg Zusammenziehung der Muskeln begleitet.

Das Gefühl der Ermüdung, welches durch die anhaltende Muskelkontraktion her wird, überdauert seine Ursache lange Zeit, wie man nach angestrengten Fussmär nachdem man seinen Arm lange Zeit unbewegt gestreckt hatte, an sich selbst zu be Gelegenheit findet. E. H. WEBER, dem wir auch hier die Grundversuche verdanken, h den Gedanken ausgesprochen, dass die in Folge der Kontraktion auftretende ch Veränderung der Muskelsubstanz das Empfindung und Schmerz erregend sei. Seitdem wir sicher wissen, dass die objektiven Ermüdungserscheinungen die haben, gewinnt diese Anschauung sehr an Gewicht, wir verstehen nun auch, BICHAT, sobald er reizende Flüssigkeiten, wie Tinte, verdünnte Säuren oder We Arterien lebender Thiere spritzte, heftigen Schmerz entstehen sah. Die genannte Stoffe wirkten der Milchsäure oder dem saueren phosphorsaueren Kali, die im k Muskel entstehen, wahrscheinlich vollkommen gleich, indem sie in die Muskelsub den Blutgefässen eindrangen. Daraus wird es uns auch klar, dass das Ermüdun einige Zeit andauert, bis die Blutcirkulation Zeit hatte, die gebildeten, schmerz den Muskelschlacken abzuführen. Bei allen Krankheiten mit verminderter Cir energie, so wie bei solchen, welche mit einer raschen Konsumption der Körperstoffe, gesteigerter Bildung der Zersetzungsprodukte aller Organe, also auch der Muskeln, gehen, findet sich darum aus der gleichen Ursache das Ermüdungsgefühl, die Abge heit, die dann bei hinzukommenden Anstrengungen oder auch ohne sie so leicht dungs- oder Muskelschmerzen übergehen kann.

Der Kraftsinn. Die Empfindung von dem Grade der erforderlichen Anst zur Ueberwindung eines uns geleisteten Widerstandes ist so fein, dass Dienste leistet wie ein Sinn, den man nach WEBER Kraftsinn nennen k Man kann mit seiner Hülfe, ganz unabhängig von dem Tastsinn, den Unte zweier Gewichte noch genauer bestimmen als mittelst des Tastsinnes. M kennt noch richtig Gewichte als verschieden schwer, die sich wie 39—4

n. Wir wissen durch Erfahrung, welche Anstrengung bestimmter Muskeln erforderlich ist, um unsere Glieder in eine gewisse Lage zu versetzen und darin zu erhalten, so genau, dass wir jeden Augenblick durch den Zustand Anstrengung der einzelnen Muskeln, in dem sich diese gerade befinden, anben vermögen, in welcher Lage sich unsere Glieder befinden, auch ohne dass sie sehen oder dass sie sich gegenseitig berühren. Es ist einleuchtend, wie Lagekenntniss der Glieder zu einander ebenso zur Grössen- und Gestaltsnehmung mit beiden Händen ergriffener Gegenstände benützt werden kann, zur Erhaltung des Gleichgewichtes beim Stehen und Gehen. Die Feinheit Sicherheit der Muskelkontraktion, beruhend auf den eben genannten Ursachen die (wenigstens die vorläufige Schätzung des zur geforderten Muskelaktion nöthimpulses vom Nerven aus) theilweise im Gehirn zu Stande kommen, überunstreitig am meisten bei der Ton- und Buchstabenbildung im Kehlkopf der Mundhöhle, beim Singen und Sprechen.

as Muskelgefühl bringt in manchen speciellen Fällen nicht nur den jeweiligen Zustand Muskels selbst zum Bewusstsein, sondern es verbinden sich mit ihnen auch oft ganz bemte Phantasievorstellungen. WEBER bemerkt, dass Kontraktionen gewisser Gesichtsseln, durch welche wir bestimmte Mienen hervorbringen, sich leicht mit den Vorstelen verbinden, für welche der betreffende Gesichtsausdruck charakteristisch ist, sodass e und da allein schon genügen eine gewisse Seelenstimmung in uns hervorzurufen. kehrt verschwinden letztere leichter, wenn die typische Kontraktion der Gesichtsmusverändert wird, wenn wir z. B. mit der Hand gewisse Runzeln der Stirn glätten, wenn nserem Gesicht im Gegensatz zu unserer gerade vorhandenen Gemüthsstimmung einen n oder wenigstens ruhigen Ausdruck ertheilen. —

as Bell'sche Gesetz. Die sensiblen Nerven der Haut stammen aus den hin- Wurzeln der Rückenmarksnerven, während, wie schon erwähnt, die vorder willkürlichen Bewegung vorstehen: BELL'sches Gesetz. Durchschneidet ie hinteren Wurzeln, so hört damit die Empfindung in den von ihnen inner- Theilen vollkommen auf. Das centrale, mit dem Rückenmark zusammende Ende ist natürlich noch empfindlich und ruft gereizt starke Schmerzdungen hervor. So lange die hintere Wurzel noch unversehrt existirt, zeigt e vordere, motorische Wurzel auf Reiz ebenfalls, wenn auch viel schwächer hintere empfindlich. Diese scheinbare Sensibilität hört jedoch auf, sobald tere Wurzel durchschnitten ist (MAGENDIE). Man versteht dieses Ver-, wenn man annimmt, dass im Ganglion spinale von der hinteren Wurlen auf die vordere Wurzel übergehen, die dem Rückenmark zu verlaufen, eder rückläufig umbiegen. Es muss diese »rückläufige Sensibilität« winden, wenn die hintere Wurzel durchschnitten ist, durch welche die ufigen Nerven mit ihren Centralorganen zusammenhängen.

ie sensiblen Muskelnerven sind noch wenig erforscht. Man hat zu genmuskeln, die bekanntlich ihre motorischen Nerven vom N. Oculomotorius, earis und Abducens erhalten, auch dünne Aeste eines Empfindungsnerven, mus ophthalmicus des Trigeminus verfolgt. Unstreitig gehen auch zu den n Muskeln sensible Fasern, die sich den motorischen Nervenstämmen durch mosen beimischen. Die verschiedene Anzahl derselben ist wohl der Grund rschieden starken Ausbildung des Muskelgefühles in den verschiedenen ln.

Dreiundzwanzigstes Kapitel.

Gesichtssinn. I. Der Bau des Auges.

Die Funktionen des Auges und Uebersicht seines Baues.

Das Auge verdankt die Fähigkeit der Lichtempfindung dem Sehnerv[illegible] in der Endausbreitung des Sehnerven, der Netzhaut, Retina, gelegenen En[illegible] rate seiner Fasern, **die Stäbchen und Zapfen der Retina**, haben [illegible] cifische Eigenschaft, die Schwingungen des Lichtäthers in einen Nerv[illegible] verwandeln. Objektives Licht von genügender Stärke, welches auf ein St[illegible] oder einen Zapfen der Retina auftrifft, bringt einen Erregungszustand d[illegible] Endapparate zugehörigen Nervenfaser hervor, welcher, dem Centralorg[illegible] Empfindung zugeleitet, dort den subjektiven Eindruck einer Lichtemp[illegible] veranlasst. Jeder Erregungszustand der Fasern des Optikus ruft zwar s[illegible] Lichtempfindung hervor, aber nur von den Endapparaten aus können d[illegible] durch objektives Licht in den Erregungszustand versetzt werden.

Das menschliche Auge kann nicht nur hell und dunkel, sondern a[illegible] ben und Gestalten unterscheiden. Für die Auffassung des **Lichtrei[illegible]** für die Unterscheidung seiner Intensität bedürfte das Auge, abgesehen v[illegible] centralen Sinnesapparat im Gehirn, dessen Erregungszustand uns Licht[illegible] dung bedeutet, nur einer einzigen Nervenfaser mit einem die Lichtrei[illegible] mittelnden Endorgane, etwa mit einem Stäbchen verbunden. Bei absoluten [illegible] mangel würde die Optikusfaser gar nicht erregt werden, mit der Steiger[illegible] Intensität des objektiven Lichtes würde der Reizzustand an Stärke zunehm[illegible] das Auge aber auch die Fähigkeit besitzen, die verschiedenen Qualitäten d[illegible] tes: **die Farben**, als verschiedene Reize aufzufassen, so müssen nach de[illegible] der specifischen Energieen wenigstens für die **Grundfarbenempfind[illegible]** aus denen die übrigen Farbenempfindungen gemischt gedacht werden [illegible] specifische Optikusendorgane, specifische Farbenempfindungsorgane, welc[illegible] durch Licht von bestimmter Wellenlänge erregbar sind, vorhanden sei[illegible] gleichzeitige Erregung bringt den Eindruck des weissen Lichtes, die Err[illegible] jedes einzelnen den Eindruck von farbigem Lichte hervor. Die Fähigkeit d[illegible] **staltenwahrnehmung** setzt eine grössere Anzahl von Optikusendap[illegible] im Sehorgane und Einrichtungen voraus, durch welche von einem Punkt[illegible]

nde, in das Auge eintretende Lichtstrahlen im Auge selbst wieder in einen tpunkt und zwar in einem Stäbchen oder Zapfen in der Weise vereinigt wer- dass dadurch eine Erregung der betreffenden Optikusfaser erfolgt. Zu diesem cke ist mit der flächenhaften Ausbreitung des Sehnerven, dessen Oberfläche einer Schichte mosaikartig neben einander stehender Stäbchen und Zapfen ldet ist, ein optischer lichtbrechender Apparat verbunden, welcher homocen- he Lichtstrahlen durch die Brechung auch wieder auf einen Punkt der Stäb- - und Zapfenschichte der Retina koncentrirt. In Folge dieser Einrichtung t das Licht für das Auge die ganze Sichtbarkeit zu einer feinen Mosaik leuch- r Punkte, jeder sichtbare Punkt sendet seine Strahlen aus und be- gt sich dadurch an der Herstellung dieser Mosaik. Die in das Auge von einem ich sichtbaren Objekt aus einfallenden Lichtstrahlen vereinigen sich auf der ercipirenden Fläche der Retina zu einem Lichtbildchen des Objektes; da, esagt, die Retina selbst eine ungemein feine Mosaik lichtempfindlicher Ner- dorgane darstellt, so entspricht den verschiedenen das Lichtbild im Auge mensetzenden leuchtenden Punkten je ein Reizungszustand eines der mo- tig neben einander stehenden nervösen Endorgane. Das Lichtbild im Auge dadurch in ein musivisches Bild verwandelt, von gleicher Ausdehnung und t wie jenes, in welchem aber die verschiedenen Helligkeiten und Farben des ildes durch bestimmte Reizzustände der Nervenendapparate und der zu gehörigen Optikusfasern wieder gegeben sind. Welcher Art dieser Reizungs- d in den Stäbchen und Zapfen sei, wie in ihnen die Umsetzung der Wellen- ungen des Lichtäthers in einen Nervenreiz erfolgt, ist bisher noch nicht mit heit erforscht.

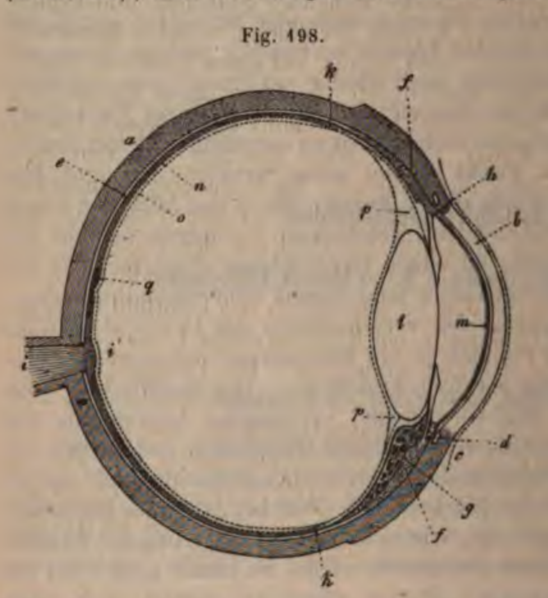
einen Funktionen entsprechend, lassen sich die wesentlichen Theile des bezeichnen als lichtempfindlicher Apparat und als lichtbrechender Appa- eide bedürfen noch Schutz- und Ernährungsorgane. Doch ist die Trennung absolute. Unter den lichtbrechenden Theilen des Auges scheinen auch die glieder der Stäbchen und Zapfen, welche zu dem lichtpercipirenden Appa- rechnet werden, eine vielleicht besonders wichtige Rolle zu spielen. Die e schützende Augenhülle beeinflusst als durchsichtige Hornhaut vorzüglich ng der Lichtstrahlen im Auge, und die Aderhaut, welche zunächst als Er- ngsorgan des Auges erscheint, wird für die genaue Zeichnung der Licht- im Auge einmal dadurch wichtig, dass ihr vor der Linse liegender, central bohrter Abschnitt, die Iris, als in der Weite veränderliche optische Blendung, ragma wirkt. Andererseits ermöglicht der vorzüglich in ihr verlaufende Ak- odationsmuskel durch entsprechende Vermehrung oder Verminderung der nkrümmung und damit des Gesammtbrechungsvermögens des Auges die igung von Lichtstrahlen, die aus verschiedener Entfernung herkommen, harfen Lichtbildern auf der Netzhaut, wodurch es dem normalen Auge mög- wird, von Gegenständen in den verschiedensten Abständen noch genaue Ge- wahrnehmungen zu vermitteln.

In dem Auge der Menschen werden durch membranöse Gebilde folgende sichtige Theile umschlossen: die w ä s s e r i g e F e u c h t i g k e i t in der nkammer, die K r y s t a l l l i n s e, der G l a s k ö r p e r. Sie bilden den Kern die Hauptmasse des Auges. Umhüllt werden sie von drei in einander liegen- Systemen von Häuten (Fig. 198). Diese Häute sind:

1. **Das System der Netzhaut** mit der Pars ciliaris. Sie b
innerste Augenhaut und liegt direkt auf dem Glaskörper auf.

2. **Das System der Tunica vasculosa** besteht aus der
(Choroidea), dem Ciliarkörper und der **Regenbogenhaut**, Iris. E
das vorige System
Linse bis auf eine r
nung an der vord
der Linse: die Pu

Fig. 198.



Querschnitt des Auges nach HELMHOLTZ. *a* Sclerotica; *b* Cornea; *c* Conjunctiva; *d* Circulus venosus corneae; *e* Tunica choroidea und Membrana pigmenti; *f.* M. ciliaris; *g* Processus ciliaris; *h* Iris; *i* N. opticus; *i'* Colliculus opticus; *k* Ora serrata retinae; *l* Krystalllinse; *m* Tunica Descemetii; *n* Membrana limitans retinae; *o* Membrana hyaloidea; *p* Canalis Petiti; *q* Macula lutea.

3. **Das Sys**
Sclerotica mit
nea. Es bildet die
kapsel des Augapf
in ihrem grössere
Theile aus der un
tigen, weissen S
des Auges, Scler
in dem kleineren
aus der durchsicht
haut, Cornea, b
umschliesst die
anderen Augenh
kommen, an ihre
Seite wird sie dur
tretenden Sehnerv
bohrt.

Das »Weis
lebenden Auges i
einem Ueberzug
haut, welche de
nach vorne in der Augenhöhle befestigt, überzogene, weisse Augenh
durchsichtige Theil des lebenden Auges ist die Hornhaut, Cornea, das
des Auges, die sich etwas stärker hervorwölbt, und hinter der sich
oder blau und grau gefärbte Iris mit ihrer schwarz erscheinenden cent
nung: der Pupille, zeigt.

Die Gestalt des Auges wird durch Sclerotica und Cornea bedingt, wel
durch ihre grosse Festigkeit vor allem vor äusseren Eingriffen schützen. Die Fo
apfels ist oberflächlich betrachtet, kugelig, doch ist die hintere Seite ziemlich
plattet. Eine Linie, welche durch den Mittelpunkt der Hornhaut und des ganz
legt werden kann, bezeichnet man als **Augenaxe**, eine darauf senkrecht durch
Weite des Augapfels gelegte Ebene bezeichnet man als: **Aequatorialebene** d
ihren Umfang als **Aequator**. Die vier geraden Augenmuskeln drücken den Au
ein, der sich zwischen ihnen leicht hervorwölbt. Vorne geht die Sclerotica in
gekrümmte Cornea über, hinten und etwas nach unten und innen zu ist sie vom
durchbohrt.

Sclerotica und Cornea.

r **Sclerotica**, die weisse Augenhaut, ist eine feste, fibröse aus Bindegewebe gelagerten elastischen Fasern gebildete Membran. Sie ist biegsam, aber fast ehnbar. Ihre Bindegewebsfibrillen verlaufen meist der Oberfläche der n parallel, wodurch diese unvollkommen in Lamellen spaltbar wird. In ndsubstanz sind Zellen eingelagert, die den unten zu beschreibenden Horn-perchen ähnlich sind. Wie die Hornhaut ist auch die Sclerotica von einem n Saftkanälchennetz durchzogen, die in ihnen gelegenen Zellen ent-bei vielen Säugethieren Pigmentkörnchen (STRICKER, CARMELT). Die Ner-der Sclerotica passiren diese z. Thl. nur, um zu dem Musculus ciliaris, , Cornea etc. zu gelangen, doch lassen sich (deutlich beim Frosch und schen Kaninchen) auch eigene Scleroticanerven nachweisen (STRICKER, ICH).

Cornea, Hornhaut des Menschenauges, setzt sich aus mehreren Schich-schiedener Gewebe zusammen. Das eigentliche Hornhautgewebe, das die asse der Hornhaut ausmacht, wird nämlich nach aussen von einem ge-ten Plattenepithelium, dem äusseren Hornhautepithel, begrenzt. nen schliesst sich an das eigentliche Hornhautgewebe eine elastische, meist n erscheinende glasartige Lamelle, die Descemetische oder Demour-Haut an, die nach innen gegen die Augenkammer zu mit einer einfachen geplatteter Zellen mit runden Kernen, dem inneren Hornhautepi-ler Endothel der Descemetischen Haut bekleidet ist.

s äussere Hornhautepithel zeigt in den obersten Schichten abge-, in der untersten unmittelbar auf dem Hornhautgewebe aufsitzenden n Schichte cylindrische Zellen. Die Zellen erscheinen von rauher Ober-ihre kurzen Zacken in einander geschoben wie bei Riff- oder Stachelzellen LETT, S. 30, Fig. 32). Die Descemetische Haut präsentirt sich auf tdurchschnitten als sehr scharf gezeichnete Schicht. Ihre Dicke nimmt mit er von 0,005—0,02 Mm. zu. Im frischen Zustand erscheint die Membran ollkommen strukturlos, unter Einwirkung von Reagentien erhält sie eine rfläche parallele Streifung.

s eigentliche Hornhautgewebe gehört wie das Gewebe der Sclerotica Geweben der Bindesubstanz. Auch hier findet sich eine fibrilläre Grundsub-n einem reichen Saftkanälchennetze (v. RECKLINGHAUSEN) durchzogen, n Innern sich Zellen finden und zwar Zellen zweierlei Art: fixe Hornhaut-rchen (VIRCHOW) und bewegliche Zellen, Wanderzellen (v. RECKLING-ENGELMANN), welche im lebenden Gewebe lebhafte amöboide Bewegungen n deutlichen Ortswechsel erkennen lassen. Die Fibrillen der Grundsub-nd sehr fein, höchstens 0,0001 Mm. dick (ENGELMANN), sie vereinigen sich en Bündeln, welche meist der Hornhautoberfläche ziemlich parallel verlau-e Richtungen der über einander liegenden Bänder kreuzen sich unter ver-nen Winkeln, hie und da rechtwinkelig. Gegen die äussere Oberfläche des utgewebes zu nehmen die Faserbündel einen gegen die Oberfläche geneigten und schieben sich dabei sehr innig durch einander. Gegen das äussere grenzt sich das Hornhautgewebe durch eine vordere Grenzschichte RT) ab, welche nach ROLLETT auch aus Fibrillen besteht, von HENLE unter

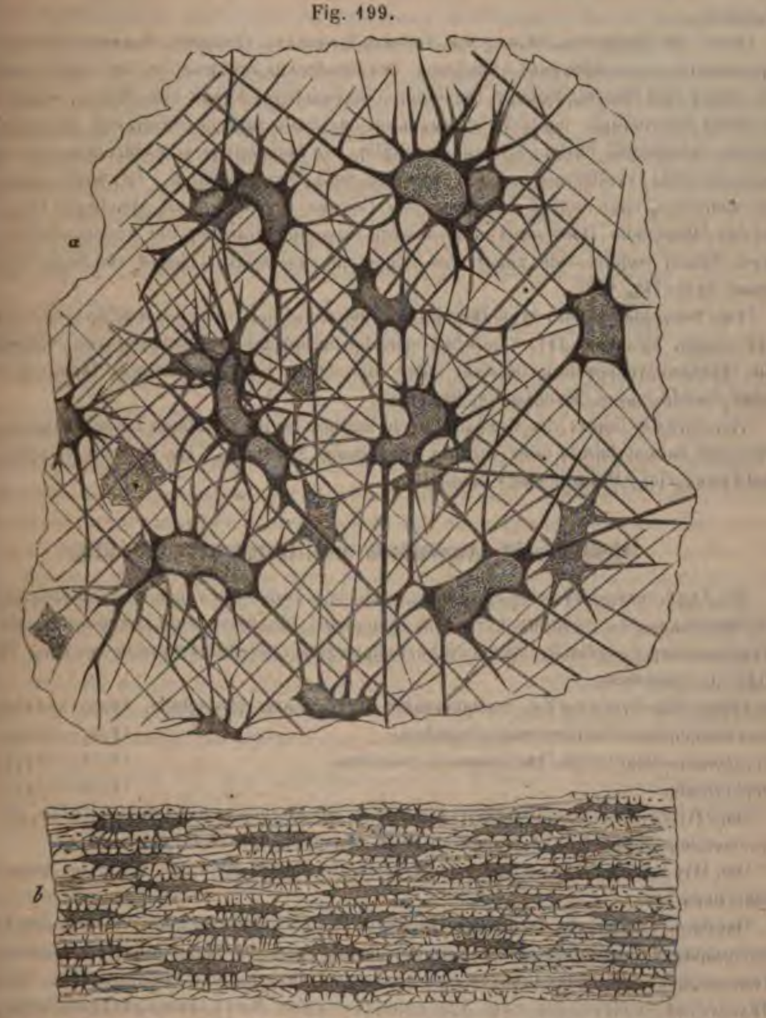
dem Namen Lamina elastica anterior als ein Analogon der Descem Haut betrachtet wird. Die Fibrillen der Cornea sind durch eine Kittsubst einander verbunden, welche Engelmann für flüssig erklärte, was nach A. mit den sonstigen Beobachtungen nicht in Einklang steht. Die Saftkan welche die fibrilläre Grundsubstanz der Hornhaut durchziehen, bestehen a ren buchtigen Hohlräumen, die unter einander durch feinere unregelmäs ästelte Röhrengebilde anastomosiren, welche sie nach den verschiedensten gen hin aussenden. In den Erweiterungen des Saftkanälchennetzes fin die fixen Hornhautkörperchen eingelagert. Letztere bilden i der Saftkanälchen ein zusammenhängendes Protoplasmanetz. Sie entbeh äusseren Membran, ihr Körper ist glatt, ebenso ihr Kern, meist liegt ihre Seite senkrecht zur Hornhautoberfläche, sodass sie von oben gesehen b senkrechten Hornhautdurchschnitten aber ziemlich spindelförmig erschei Zellen senden eine grössere oder geringere Anzahl sich verästelnder u schmäler werdender Fortsätze aus, die sich mit Fortsätzen anderer Horn perchen zu einem zierlichen Netze vereinigen, dessen Maschen oft se mässig sechseckig erscheinen (A. Rollett) (Fig. 199).

Das Netz der Hornhautkörperchen fällt mit dem der Saftkanälchen kommen zusammen (His), doch bleibt in ersterem so viel Raum, dass noch, wie Rollett angiebt, die beweglichen Körper der Hornhaut v. R hausen's, die Wanderzellen, darin fortbewegen können. Letztere sin als die fixen Hornhautkörperchen, ihre Ausdehnung beträgt meist nur 0, (Engelmann). Ihre Anzahl ist wechselnd in verschiedenen Hornhäuten, den sie sich in allen Schichten. Ihre lebhaften Formveränderungen gleic jenen der amöboiden weissen Blutzellen oder der Eiterkörperchen, ihre aber im Hornhautgewebe häufig auffallend verlängert und sehr schmal entsprechend dem zarten Lückensysteme, in welchem sie sich beweg stammen theils aus dem Blute und sind wahre ausgewanderte weisse Bl chen (Cohnheim), theils können sie, wie es scheint, auch aus der Um fixer Hornhautkörperchen (namentlich bei Entzündungen der Hornhaut) (F. A. Hoffmann, Norris, Stricker, Rollett).

Die Nerven der Hornhaut treten vom Rande her als verschieden di markhaltiger Fasern in ziemlich regelmässigen Abständen ein. Die Zahl der e markhaltigen Nerven beträgt beim Menschen etwa 30—40 (Kölliker, Saemisch) sich verbreiten und sehr bald ihre Markscheide verlieren, bilden sie unter viel stomosen einen Nervenplexus, von dem feine Verästelungen gegen die vordere fläche aufsteigen, wo sie ein zweites zartes, flächenhaft ausgebreitetes Netzwerk vorderen Grenzschichte der Hornhaut bilden. Von hier verlaufen senkrecht oder neigt feine Zweige (Rami perforantes) zu dem vorderen Epithel, zerfallen unmitt diesem pinselförmig oder sternförmig (Cohnheim, Engelmann) in eine Anzahl fein welche wieder ein zierliches, flächenhaft entwickeltes Geflecht, das subepitheliale den. Von diesem dringen wieder senkrecht in ziemlich konstanten Abständen fein zweige zwischen die Epithelzellen ein, die erst in der inneren Lage der oberfl abgeplatteten Zellen weitere feine Endäste abgeben, welche in der äussersten Epith oft etwas angeschwollen endigen (A. Rollett). An der Hornhaut des Kaninchens st Chapmann und Stricker auch ein oberflächliches feinstes Nervennetz dar. Die Fasern dieser reichen Geflechte sind im Leben so durchsichtig, dass sie den Durch Lichtstrahlen durch die Hornhaut nicht merklich behindern.

ie Gefässe der Hornhaut bilden beim Menschen nur einen aus zierlichen Kapillarschlingen bestehenden Randsaum von 1—1,5 Mm. Breite. Die oberflächlicheren Gestammen aus den Gefässen der Bindehaut, aus der Sclerotica stammen dagegen tiefer

Fig. 199.



nhautkörperchen aus einer mit Goldchlorid behandelten und von der Fläche gesehenen Froschcornea. b. Die Hornhautkörperchen auf einem zur Oberfläche senkrechten Schnitte einer mit Goldchlorid behandelten Froschcornea.

de Gefässschlingen. Der Mangel der Blutgefässe ist der Hornhaut durch die oben geen Saftkanälchen ersetzt. Lymphgefässe wurden am Cornealrande beobachtet iker, His).

n Hornhautrande, Hornhautfalz, Limbus corneae, geht das äussere Epithel ohne rbrechung in das Epithel der Bindehaut über. Auch die Fasern des Hornhautgewebes der Sclerotica scheinen sich mit einander zu verbinden, oder wenigstens sehr innig in nder zu schieben. Die Descemetische Haut geht nach Kölliker an dem Hornhautrande n elastisches Fasernetz über, das beim Menschen zunächst einen ringförmigen Gürtel

am Rande der Membran darstellt (Rollett und Iwanoff) und sich dann als Ligamentum pectinatum auf den vorderen Irisrand umschlägt, zum Theil gehen die elastischen auch in den Musculus ciliaris und die innere Wand des Schlemm'schen Kanals. Das E der Descemetischen Haut steht in Verbindung mit dem der Vorderfläche der Iris (Iwanoff).

Ueber die Natur des Schlemm'schen Kanals, Circulus venosus corneae, h gegenwärtig noch differente Ansichten. Der Entdecker erklärte ihn für einen venöse Th. Leber hält ihn mit Rouget für einen plexusartigen Kranz von Venen, unter de an Weite hervorragt; nach G. Schwalbe ist der Schlemm'sche Kanal ein Lymphraum Canalis Schlemmii findet sich an der Stelle, wo Hornhaut und Sclerotica von ein gegrenzt sind, kreisförmig um den Hornhautrand herumlaufend. Er wird nach der Sclerotica, nach hinten in seinem der Cornea zugewendeten Abschnitt von ela aus der Membrana Descemeti stammenden Gewebe gebildet, die andere Hälfte teren Wand, welche sich gegen die Sclerotica zuwendet, besteht aus dem Sehn dieser Haut (Fig. 198).

Das Protoplasma der fixen Hornhautkörperchen ist, wie zuerst Kühne und jetzt lett angab, kontraktil. Doch hat sich die behauptete Verbindung von Nerven den Hornhautkörperchen (Kühne) oder mit deren Kernkörperchen (Lipmann) sicher stellen lassen (Engelmann, Rollett).

Chemisch liefert die Cornea durch Kochen keinen wahren Leim, sondern Chondrin nahestehende oder mit ihr identische Substanz. Im Saft der frischen fand Funke viel Albumin und Caseïn (?).

Messung der Augenform und Hornhautkrümmung.

Das Auge verändert seine Spannung nach dem Tode sehr rasch und bedeutend. hat Messungen an 8 möglichst frischen Augen mit dem Zirkel und Mikrometer bei Vergrösserung angestellt, die als Näherungswerthe betrachtet werden können. Er h aussen gemessen:

die Länge der Augenaxe (transversaler Durchmesser) zwischen	10,5 —11,05 P
den senkrechten Durchmesser zwischen	10,3 —10,8
den grossen diagonalen Durchmesser zwischen	10,75—11,2
den kleinen ,, ,, ,, ...	10,60—11,1

Die Dicke der Sehnenhaut fand er in der Augenaxe zwischen 0,45—0,65, tor zwischen 0,35—0,5, im vorderen Rand zwischen 0,3—0,4 Paris. Lin.

Die Dicke der Hornhaut fand er in der Mitte zu 0,35—0,53, am Rand 0,63 Paris. Lin.

Helmholtz findet die Dicke der Hornhaut in den mittleren zwei Vierteln des Q fast konstant, sie nimmt erst gegen den Rand rasch zu, in der Mitte erscheinen Krümmungskreise in der inneren und äusseren Fläche nahezu koncentrisch. Die Fläche ist sehr nahe ein Abschnitt eines Rotationsellipsoides, seine längere Axe, deren Ende im Mittelpunkt der Hornhaut li dreht ist.

Die Krümmung der Hornhaut, deren genaueste Kenntniss für die phys Optik von grösster Bedeutung ist, kann genügend scharf nur an lebenden Aug werden. Man misst zu diesem Zwecke die Grösse eines Spiegelbildes auf der Kennt man die Grösse und Entfernung des gespiegelten Objektes von einer kugelig ten, spiegelnden Fläche, so kann man aus der Grösse des Spiegelbildes den Krüm radius der spiegelnden Fläche, hier der Hornhaut, einfach berechnen. Eine k krümmte Fläche giebt bekanntlich um so kleinere Spiegelbilder, je kleiner ihr Krüm radius ist. Kohlrausch liess als Objekt zwei Lichter, deren Abstand von einander Auge er kannte, im Auge sich spiegeln. Er beobachtete das Auge mit einem für ger

ungen anwendbaren Fernrohr, in dessen Okular zwei Spinnenfäden parallel gespannt ren, denen er mittelst einer Schraubenvorrichtung beliebige Entfernungen von einander en konnte. Die Spiegelbilder der Lichter erscheinen auf der Hornhaut als zwei leuchde Punkte, auf welche die Spinnenfäden möglichst genau eingestellt wurden. Die Entnung der Spinnenfäden und damit die Entfernung der Spiegelbilder im Auge konnte gessen, und daraus der Krümmungsradius der Hornhaut berechnet werden.

Um diese Messung des Spiegelbildes von störenden Bewegungen des beobachteten Auges zu machen, konstruirte Helmholtz das Ophthalmometer. Wenn wir durch eine nparallele Glasplatte, schräg hindurchblicken, so sehen wir einen Gegenstand, den wir rachten wollen, zwar in seiner natürlichen Grösse, aber etwas seitlich verschoben, und e Verschiebung ist um so grösser, je spitzer der Winkel zwischen den Lichtstrahlen und Fläche der Platte wird. Betrachten wir mit einem Auge gleichzeitig durch zwei solche nparallele Glasplatten, die sich unter irgend einem Winkel kreuzen, eine Linie, so ereint sie, da die eine Platte ihr Bild nach der einen, die andere nach der anderen Seite schiebt, doppelt. Die Entfernung der Doppelbilder ist um so grösser, je grösser der hungswinkel der Glasplatten, sie kann aus den Winkeln, welche die Platten mit der Axe Fernrohrs machen, berechnet werden. Das Ophthalmometer ist nun im Wesentlichen Fernrohr zum Sehen auf geringe Entfernungen eingerichtet, vor dessen Objektivglase en einander zwei Glasplatten stehen, sodass die eine Hälfte des Objektivglases durch die , die andere durch die andere Platte sieht. Stehen beide Platten in einer gegen die Axe Fernrohrs senkrechten Ebene, so erscheint nur ein Bild des betrachteten Objekts, z. B. Spiegelbilds eines Lichtes auf der Hornhaut, dreht man aber beide Platten ein wenig zwar nach entgegengesetzten Seiten, so theilt sich das einfache Bild in zwei Doppelbilder. Drehungswinkel der Platten kann am Instrumente sehr genau abgelesen werden. Lässt nun, wie oben, auf der Hornhaut einen Maassstab sich spiegeln, dessen Ende man mit je m Lichte bezeichnet hat, und stellt die durch die Drehung der Platten erzeugten Doppeler so an einander, dass das Ende des einen den Anfang des anderen genau berührt, so ie Länge des Spiegelbildes des Maassstabes gleich der Entfernung seiner beiden Spiegeler von einander und kann wie diese berechnet werden. Das Ophthalmometer ist also ein rument zur genauen Längenmessung des Spiegelbildes, es kann auch zur Messung anderer entlich optischer Bilder mit Vortheil angewendet werden.

Helmholtz bestimmte mit dem Ophthalmometer die Elemente des horizontalen Durchitts der Hornhaut für die Augen dreier weiblicher Individuen zwischen 25—30 Jahren, rgab sich in Millimetern:

	I.	II.	III.
mungsradius im Scheitel	7,338	7,646	8,154
rat der Excentricität	0,4367	0,2430	0,3037
e grosse Axe	13,027	10,100	11,711
e kleine Axe	9,777	8,788	9,772
kel zwischen grosser Axe und Gesichtslinie	4°19′	6°43′	7°35′
zontaler Durchmesser des Umfangs	11,64	11,64	12,092
and des Scheitels von der Basis	2,560	2,531	2,511

Der Mittelpunkt der äusseren Fläche der Hornhaut fällt in allen drei Augen fast genau dem Scheitel der Ellipse zusammen. Die Gesichtslinie (cf. unten) liegt auf der Nasen- des vorderen Endes der grossen Axe des Hornhautellipsoides.

Donders theilt eine grosse Anzahl von physiologisch wichtigen Messungen des Krümgsradius in der Gesichtslinie mit, die Mittelwerthe derselben sind in Millimetern:

Männer:		Frauen:		Nach der Seh
20 unter 20 Jahren	7,932	6 unter 20 Jahren	7,720	27 Normalsichtig
51 ,, 40 ,,	7,882	22 ,, 40 ,,	7,799	25 Myopische
28 über 40 ,,	7,849	16 über 40 ,,	7,799	26 Hypermetropi
11 ,, 60 ,,	7,809	2 ,, 60 ,,	7,607	
Mittel	7,858	Mittel	7,799	
Maximum	8,396	Maximum	8,487	
Minimum	7,298	Minimum	7,115	

Der hier gemessene Krümmungsradius der Hornhaut nimmt darnach im Alt
die Krümmung nimmt also zu. Bei Normalsichtigen (emmetropischen) Augen is
mung der Hornhaut am stärksten, bei Myopischen (kurzsichtigen) geringer, am
bei Hypermetropischen (überweitsichtigen) Augen. Namentlich für die kurzsich
war dieses Resultat überraschend, da man bis dahin ihre Anomalie zum Theil a
ker als normale Hornhautkrümmung glaubte zurückführen zu dürfen.

Die Berechnung des Krümmungsradius der Hornhaut (Helmholt
oben gesagt, einfach, wenn das gemessene Spiegelbild verhältnissmässig klei
Radius ist. Es verhält sich die Grösse a des Objekts zur Entfernung b des
Auge wie die Grösse α des Bildchens zum halben Krümmungsradius $\frac{1}{2}r$, de
Proportion einfach zu berechnen ist: $a:b=\alpha:\frac{1}{2}r$.

Tunica vasculosa: Choroidea und Iris.

Die Tunica vasculosa s. uvea kleidet als Choroidea die Sclero
aus; noch ehe sie den Rand der Cornea erreicht, 1 Mm. davon entfernt
sich von der äusseren Umhüllungshaut des Auges ab und legt sich an di
fläche der Linse an, welche sie als Iris, Regenbogenhaut, bis auf die
laröffnung entsprechenden Centralpartie bedeckt.

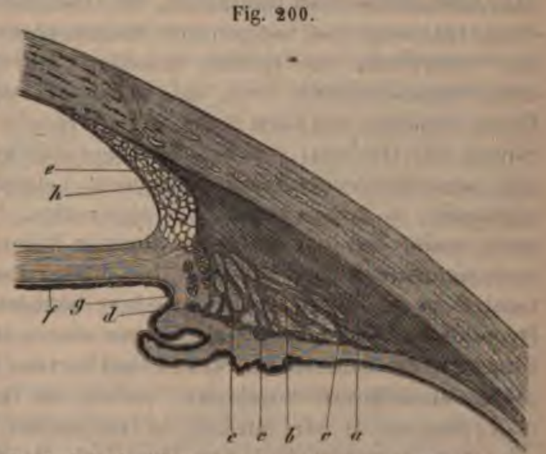
Die Choroidea ist eine 0,06—0,16 Mm. dicke, gefässreiche Membra
Eintrittsstelle des Optikus hängt sie fester mit der Sklerotika zusam
ebenso vorne an der Grenze der Sclerotica und Hornhaut, wo sich di
mige Sehne des Ciliarmuskels ansetzt. Sonst sind beide Häute nur
Gefässe und Nerven verbunden. Die Hauptmasse der Choroidea wir
fässen gebildet, welche mit den platten Muskelfasern und Nerven der
von einem Stroma getragen werden, das sich durch eine grosse Anzahl
mig verästelter, unter einander anastomosirender Pigmentzellen char
welche in ein dichtes Netz verästelter Fasern eingelagert sind. Auch Wa
sollen vorkommen (Iwanoff). Die äussere der Sclerotica zugewendete Fl
eine Pigmentschichte, Lamina fusca; an der Uebergangsstelle der Chor
Iris, wo sie sich mit der Sclerotica verbinden, umkreist die Membra
ringförmige graue, 3—4 Mm. breite Verdickung der **Ciliarmuskel**
die Retina zu ist die Choroidea durch eine Glashaut, Lamina vitrea, ab
an welchem die Pigmentschichte der Retina so fest ansitzt, dass sie an
Abschnitten, in welchen eine Trennung beider Häute leichter ausführbar
mässig an der Choroidea hängen bleibt, was früher Veranlassung ga
innere Pigmentschichte der Choroidea zu beschreiben. Das Gewebe der
selbst zerfällt in zwei Schichten, in die innere Membrana choriocapilla
die äussere Schichte der gröberen Gefässe, welche sich durch das V
der Venae vorticosae, fünf bis sechs quirlförmig sich vereinigender Ven

ichnet. Die untere Fläche der Choroidea zeigt in ihrem vorderen Abschnitt ekannten Kranz von meridional gerichteten Falten, durch tiefe Furchen von der getrennt, die Ciliarfortsätze, Processus ciliares, 70—80 an Zahl (Fig. Sie erheben sich gegen die Iris zu, erreichen ihre grösste Höhe in der Gegend isseren Linsenrandes und fallen dann steil gegen die Iris ab, auf deren Hinter- lie meisten als geringe Erhebungen sich fortsetzen. Sie werden der Hauptfläche durch ein Convolut von Gefässstämmen gebildet. Der gezackte Saum, mit em sich die Ciliarfortsätze im Ganzen von dem glatten Theil der Choroidea zen, kann als Ora serrata Choroidea bezeichnet werden. Der ganze vordere hnitt der Choroidea von der Ora serrata an, mit Ciliarfortsätzen und Ciliar- el, wird als Corpus ciliare bezeichnet.

Von der Ora serrata an verbinden sich Choroidea und Netzhaut noch inniger Zunahme der Pigmentschichte, welche auf dem hinteren Abschnitte der a nur eine einfache, auf ihrem Ciliartheil dagegen eine mehrfache Lage bildet. Membrana choriocapillaris erstreckt sich nur bis zur Ora serrata.

Sehr bemerkenswerth erscheinen die in der Choroidea vorkommenden glat- Muskelfasern. H. Müller fand im hinteren Abschnitt der Choroidea an eiten der Arteriae ciliares breves längsgerichtete Bündel glatter Muskelfasern, lividuell verschiedener Anzahl, ähnliche dünne Bündel finden sich auch frei roma zwischen den Gefässen zerstreut. Die Hauptansammlung glatter Mus- ern findet sich im Ciliarmuskel, dem Brücke'schen Muskel, Tensor deae (H. Müller, Iwanoff). Auf Durchschnitten zeigt dieses für die Funk- ng des Auges äusserst wichtige Organ eine dreiseitige Gestalt, die Spitze nten gekehrt. Aus seiner Verbindung ausgelöst würde er sich also als ein tiges, 0,8 Mm. dickes, zu einem Ring zusammengebogenes Prisma darstellen ff). Die Fasern des Muskels entspringen alle mit einer ringförmigen Sehne, stem, plattenförmig ausgebreitetem Bindegewebe bestehend, von der inneren les Schlemm'schen Kanals der elastische und sehnige ler Wand sich mit einander den, die Sehnenfasern ge- hliesslich in das Corneal- e über. Die vordere Seite eilweise der innere vor- Vinkel des Muskels wird emlich dicken, ringförmig r ganze Muskel verlaufen- uskelbündeln gebildet, die selbständiger Muskel an- n werden können: H. Mül- ler Muskel. Der grösste er Muskelfasern zeigt einen onalen, der Richtung der ortsätze entsprechenden f. Die tieferliegenden Bün- vergiren von ihrem Ur- g aus strahlenförmig und

Fig. 200.



Durchschnitt der Ciliargegend eines Menschenauges. *a* Meridionale Muskelbündel des Musc. ciliaris. *b* Tiefere strahlenförmig verlaufende Bündel. *c c c* Cirkuläres Geflecht. *d* Müller'scher Ringmuskel. *f* Muskelplatte an der hinteren Irisfläche. *g* Muskelplexus am Ciliarrand der Iris. *e* Ringförmige Sehne des Musc. ciliaris. *h* Ligam pectinatum.

anastomosiren häufig unter einander. Nachdem sie an die innere Sei
sind, wird ihre Richtung cirkulär, und sie bilden auf diese Weise längs d
inneren Muskeloberfläche ein dichtes cirkuläres Fasergeflecht (Iwanoff)
Die meridional verlaufenden Bündel endigen zum Theil etwa 3
Ursprung des Muskels im geschlossenen, nach hinten konvexen, dur
mose entstandenen Schlingen. Ein anderer Theil behält seine Richtu
verliert sich endlich im Stroma der Choroidea, am weitesten kann man
lauf zu den Seiten der langen Ciliararterien verfolgen. Innervirt wird
vom Okulomotorius aus.

Auf die Funktion des Brücke'schen Muskels kann erst weiter unten (Akk
eingegangen werden. Iwanoff beschreibt sehr bedeutende individuelle Versc
seiner Entwickelung. Bei Weitsichtigen sind vor allem die cirkulären F
vorderen Abschnitts, der Müller'sche Muskel, entwickelt, der Muskel ist im Ga
und nicht unbedeutend nach vorne zu verschoben. Bei Kurzsichtigen s
förmigen Bündel sehr schwach entwickelt, der Muskel zeigt vorwiegend me
strahlige Bündel wodurch sein vorderer Theil nach rückwärts gedrängt, der g
länger erscheint.

Die Iris, Regenbogenhaut, liegt als optische Blendung auf d
fläche der Linse auf, sodass Lichtstrahlen nur durch den centralen Ab
Linse, welcher von der Iris (Pupille) in wechselndem Umfang unbed
einfallen können. Vom Ciliarrande der Iris, mit welchem sie an
körper und gemeinschaftlich mit dem Ciliarmuskel an dem elastische
Wand des Schlemm'schen Kanals befestigt ist (S. 712), treten 5—6 koncentri
äusseren Oberfläche verlaufende Fältchen ab; in der Nähe des Pupill
zeigt sich dagegen die Irisoberfläche mit einer grösseren Anzahl stra
zusammengelegter Fältchen besetzt. Schon oben wurde erwähnt, dass
frei durch die wässerige Feuchtigkeit verlaufendes Netzwerk elastisch
das Ligamentum iridis pectinatum, die Descemetische Haut mit der Iris
dung tritt, und dass mit geringen Modifikationen der Zellen auch ihr
die Vorderfläche der Iris sich fortsetzt. Auf der Hinterfläche der Iri
dicke Pigmentschichte, Uvea, auf, welche die Pupille mit einem feinen
Rande einsäumt und nach hinten in das Pigment des Ciliarkörpers über
Stroma der Iris setzt sich aus Bindegewebsfibrillen und sternförmig
und anastomosirenden Zellen zusammen. Letztere sind in schwarzen A
pigmentirt, in hellen Augen aber pigmentfrei. Ausserdem kommen i
noch runde, den Lymphkörpern ähnliche Zellen vor, die sich in dun
auch pigmentirt zeigen können. Die dunkle Farbe der Iris rührt vo
mentzellen im Innern des Stromas her; befindet sich nur auf der Rüc
Pigmentschichte, so erscheint die Iris als ein trübes Medium vor eine
Hintergrunde blau. In das Stroma sind Nerven, Blutgefässe und nament
nische Muskelfasern eingelagert, welche die Bewegung der Pupille
man pflegt sie als zwei Muskeln zu beschreiben.

Der Ringmuskel der Pupille, M. Sphincter Papillae vom
oculomotorius innervirt, umkreist in koncentrischen Ringen den P
in einer Breite von 1 Mm., seine Kontraktion verengt die Pupille. Er l
lich direkt unter der Uvea, hinter der Hauptmasse der zum Pupillarrand
fenden Gefässe und Nerven. Der Erweiterer der Pupille, M.

lae, vom Sympathikus innervirt, bildet in seiner Hauptmasse eine zusammen-ende, die ganze Rückfläche der Iris überziehende Muskelplatte aus regel-ig neben einander, strahlenförmig vom Pupillarrande zum Ciliarrande ver-nden Fasern. Am Pupillarrande bildet seinen Anfang eine Anzahl bogenför-verflochtener Bündel, welche theils im Innern des Sphinkter, theils an seiner rfläche zwischen ihm und der Pigmentschichte gelagert sind. Der Ciliar-der Iris wird von seinen sich hier theilweise verflechtenden Fasern ring-nig umfasst (Henle, Jeropheef, Iwanoff).

Die Nerven der Choroidea, Nervi ciliares, entstammen den Nn. Oculomotorius, geminus und Sympathikus. Die zwei, seltener drei Nervi ciliares longi kommen vom nus nasolacrimalis trigemini, die 14—18 Nervi ciliares breves kommen aus dem Ganglion are. Beide durchbohren die Sclerotica nahe der Eintrittsstelle des Nervus opticus und laufen auf der äusseren Oberfläche der Choroidea, nachdem sie an deren hinteren Ab-nitt, wahrscheinlich zu dessen Muskelbündeln, eine Anzahl von Aestchen abgegeben en, nach vorne zum Ciliarmuskel, auf welchem sie unter gabelförmiger Theilung ein iles Nervengeflecht bilden (Iwanoff), in welchem H. Müller Ganglienzellen fand. Auch Nerven der Iris (Arnold) sind Aeste der Ciliarnerven der Choroidea. Sie bilden, ndem sie sich in dem äusseren Irisabschnitt dichotomisch getheilt haben, Bogen und zer-n dann in ein Netz von mittelstarken Nervenästen, welche hierbei einen, an die Faser-heilung im Chiasma nervorum opticorum erinnernden, Faseraustausch erkennen lassen.

Die Blutgefässe der Tunica vasculosa, sind für die eigentliche Choroidea die en hinteren Ciliararterien; Ciliarkörper und Iris werden von den langen, hin-n und den vorderen Ciliararterien versorgt, sie senden aber auch eine Anzahl läufiger Zweige zur Verbindung mit dem Verbreitungsgebiet der hinteren Ciliararterien. grösste Theil des Venenblutes der gesammten Tunica vasculosa hat einen gemeinsamen uss durch die Venae vorticosae, und nur ein Theil des Blutes des Ciliarmuskels esst sich nach aussen durch die kleinen vorderen Ciliarvenen (Th. Leber).

Die beiden Arteriae ciliares posteriores longae verlaufen unter der Sclerotica, ohne Ver-ungen abzugeben, nach vorne zum Ciliarmuskel, theilen sich hier gabelig in zwei Aeste, he die Substanz des Muskels durchbohren und an seinem vorderen Ende ganz in die iäre Richtung umbiegen, sodass die beiden Aeste jeder Arterie einander im Umfange Auges entgegenlaufen, hierdurch entsteht ein am vorderen Rande des Muskels gelegener sskranz, in welchen auch Aeste der vorderen Ciliararterien eintreten: Circulus arte-us iridis major, welcher besonders die Iris und die Ciliarfortsätze ver-. Die Arterien beider müssen also sämmtlich vorher den Ciliarmuskel durchsetzen. Arterien der Ciliarfortsätze sind kleine Aeste, welche sich rasch in viele unter einander tomosirende Zweige auflösen, die sich allmählich erweitern und in die Anfänge der en übergehen. Diese kapillaren Venen bilden als ein anastomosirendes Gefässnetz die ptmasse der Ciliarfortsätze. Die Arterien der Iris bilden nahe dem Pupillarrande einen z von Anastomosen: Circulus iridis minor.

Lage der Iris im Auge. Von dem Ligamentum iridis pectinatum an legt sich bis hrem Rande die Iris genau an die vordere Fläche der Linse an, wodurch eicht nach vorne gewölbt wird. Durch die Wirkung der Strahlenbrechung erscheint die bei der gewöhnlichen Betrachtung des Auges zu weit nach vorne gerückt, der Hornhaut r genähert, als sie es wirklich ist. Bei Untersuchung des Auges unter Wasser fällt Strahlenbrechung fast vollkommen weg. Czermak konstruirte ein an das lebende Auge ulegendes Wassergefäss mit Glaswänden: Orthoskop, mittelst welchem man die re Lage der Iris zur Hornhaut beobachten kann. Von der Seite gesehen erscheint dann Hornhaut als eine durchsichtige, stark gewölbte Blase, die Iris tritt als ein fast ebener hang von ihr zurück.

Helmholtz führte den Beweis, dass der Irisrand der Linse dicht anliegt, dass wahre hintere Augenkammer existirt, dadurch, dass bei starker Beleuchtung mittelst koncentrirten Lichtes (durch eine Sammellinse) die Iris keinen Schlag die Linse wirft, wie es der Fall sein müsste, wenn ein Zwischenraum zwischen handen wäre. Bei diesem Experimente kommt die richtige Lage und das ebenfalls zur Beobachtung. Die Iris zeigt mehr oder weniger Erhabenheiten fungen, meist umkreist sehr deutlich den Pupillarrand als eine Erhebung der Cir riosus Iridis minor.

Kennt man den Krümmungsradius im Scheitel der Hornhaut, so kann man nung der Pupillarebene von dem Hornhautscheitel am lebenden Auge bestimm man die scheinbare Lage der Iris im Verhältniss zur scheinbaren Lage eines von haut gespiegelten Lichtpunktes bestimmt. Mit Verwendung des Ophthalmometers Helmholtz hierfür an den drei oben schon erwähnten Augen (S. 713) folgende Millimetern:

		I.	II.
Abstand der Pupillarebene vom Hornhautscheitel . .	scheinbar	3,485	[illegible]
	wirklich	4,024	[illegible]
Abstand des Mittelpunktes der Pupille von der Hornhautaxe nach der Nasenseite	scheinbar	0,037	[illegible]
	wirklich	0,032	[illegible]

Nervöser Einfluss auf die Pupille.

Der Schliessmuskel der Pupille wird vom Okulomotorius, der Erweiterer pathikus innervirt. Normal zeigen beide Nerven und Muskeln stets einen gegenseitig paralysirenden Erregungszustand (Tonus); wird der eine der beiden z. B. durch Durchschneidung seines Nerven gelähmt, so überwiegt nun die W andern Muskels. Nach Durchschneidung des Sympathikus am Halse ist der D lähmt, es verengt sich in Folge davon die Pupille, umgekehrt bewirkt eine Durch des Okulomotorius und Lähmung des Sphinkter Pupillarerweiterung. Bei gle gleich starker Reizung überwiegt die Wirkung des Ringmuskels, die Pupille vere Die zum Ringmuskel gelangenden Okulomotoriusfasern verlaufen durch das Gangl Die sympathischen Fasern des Pupillenerweiterers entspringen im Rückenmark trum ciliospinale (Budge), in der Höhe der unteren Halswirbel und der oberen Br Experimentell erzeugte und pathologische Reizzustände dieser Rückenmarkspartie die Pupille. Nach Salkowski soll dagegen das eigentliche Centrum der Pupillene höher, wahrscheinlich in der Medulla oblongata, liegen. Am Kopfe verbinden Pupillen erweiternden Fasern mit dem Nervus Trigeminus, seine Reizung erweitert Pupille, und seine Durchschneidung macht die Wirkung der Sympathikusreizun Manche Autoren schreiben aber dem Trigeminus, gegen die gegentheilige Anga auch selbständige, Pupillen erweiternde Fasern zu, deren Ursprung beim Frosch Gasseri liegen soll (Oehl, Rosenthal u. A.).

Beide Pupillen sind normal stets gleich weit (Donders). Reizung der Re Optikus verengert die Pupille. Je intensiver der Reiz, z. B. der Lichtreiz ist, der trifft, um so enger wird die Pupille, wodurch die in den Augengrund eindringe menge regulirt wird. Die Verengerung tritt auch nach Reizung des Optikusst (Mayo). Die Ursache dieser Pupillenverengerung ist eine reflektorische Erreg Okulomotorius, nach Durchschneidung desselben ist die Reizung des Optikus erfol Reizung eines Optikusstammes werden beide Pupillen verengert.

Drehung des Augapfels nach innen bewirkt Pupillenverengerung; im S die Augen nach innen und oben gedreht sind, ist daher die Pupille verengert. der normalen [und krampfhaften durch Gifte (Kalaborbohne) bewirkten] Akkom

ist die Pupille verengert. In beiden Fällen wird die Pupillenverengerung durch g des Okulomotorius bewirkt. Eine gesteigerte Blutzufuhr zur Iris scheint die zu verengern, man bezieht darauf auch die geringen Schwankungen in der Pupillen-t dem Pulse. Bei Abfluss des Humor aqueus tritt vielleicht auch aus diesem Grunde illenverengerung ein (HENSEN und VOLCKERS).

illenerweiterung existirt in der Dyspnoe, erzeugt durch Reizung des Centrum ale, da sie nach vorhergehender Durchschneidung des Sympathikus ausbleibt. In yxie verschwindet sie. Auch starke Erregung sensibler Nerven (BERNARD, WEST-wie Muskelanstrengungen, vor allem starke Athembewegungen erweitern die Pupille VIGOUROUX).

Anzahl von Giften zeigt bei örtlicher Anwendung oder bei Einführung in das anntlich eine Einwirkung auf die Pupille. Atropin bewirkt durch Lähmung der torius-Endigungen im Ringmuskel eine Erweiterung der Pupille. Hat man durch nträufelung von Atropin die Pupille nur des einen Auges erweitert, so erscheint die leichzeitig verengt. In das atropinisirte Auge fällt eine gesteigerte Lichtmenge ein, rch gesetzte gesteigerte Reizung seines Optikus resp. seiner Netzhaut, die sich bei t geltend machen kann, thut dieses, nach dem oben Gesagten doch in dem anderen Durch Nikotin, Kalabor, Morphium, etc. wird die Pupille verengert. Man ich noch über die Ursache, ob durch Lähmung der Sympathikusenden im Dilatator AL, HIRSCHMANN), oder durch Reizung des Okulomotorius (GRÜNHAGEN). Während borwirkung bleibt die Reizung des Sympathikus erfolglos. Die Atropinwirkung tritt h der Durchschneidung des Ganglion ciliare noch ein (HENSEN). Die Anästhe-B Chloroform, Aether, Alkohol verengern zuerst und erweitern dann die Pupille.

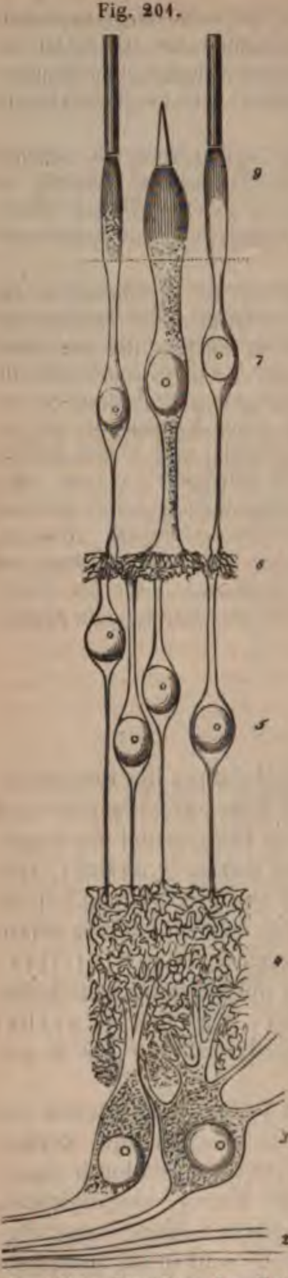
Die Retina.

Retina, Netzhaut, ist die flächenhafte Ausbreitung des Sehnerven. en Zustand durchsichtig, nimmt sie nach dem Tode ein weissliches und ssehen an. Am dicksten (0,22 Mm.) ist sie im Hintergrund des Auges, s am gelben Fleck, sie verdünnt sich bis zur Ora serrata (0,09 Mm.), ver-ihre nervöse Beschaffenheit und verbindet sich von hier an innig mit der und der Glashaut des Glaskörpers unter dem Namen der Pars ciliaris In der Tiefe des Auges, etwas nach innen, zeigt sich die Eintritts-es Optikus als weisse, central von Gefässen durchsetzte Kreisscheibe. ch aussen, d. h. nach der Schläfenseite hinüber, zeigt sich als gelber e Macula lutea Retinae mit der Fovea centralis, die Stelle des deut-n Sehens (Fig. 198).

Netzhaut besteht aus Nervenfasern, in deren Verlauf Nervenzellen von ener Form (grössere Ganglienzellen und kleinere sogenannte Körner) ltet sind. Das peripherische Ende der Nervenfasern ist durch eigen-Endapparate, die Stäbchen und Zapfen der Retina, ausgezeichnet, osaikartig neben einander stehend von pigmentirten Scheiden einer Pig-nschichte umgeben sind. Die nervösen Elemente sind in ein spongiöses ebiges Gerüste eingebettet, welches Aehnlichkeit mit dem der nervösen gane zeigt, in ihm finden sich Blut- und wahrscheinlich auch Lymph-

verschiedenen nervösen Gewebselemente (M. SCHULTZE) sind in der Netz-chtweise, parallel zur Oberfläche derselben gelagert (Fig 201).

Fig. 201.



Schematische Darstellung der Netzhautschichten und des Zusammenhangs der Nervenfasern in der Netzhaut. 2 Optikusfasern, 3 Ganglienzellen, 4 innere granulirte, 5 innere Körnerschicht, 6 äussere granulirte, 7 äussere Körnerschicht, 9 Stäbchen und Zapfen.

Die innerste, dem Glaskörper
erste Schichte bildet die Grenzschicht
nalbindesubstanz, die Membrana limit

Die zweite Schichte ist die Sch
Optikusfasern. Die Fasern verbreit
der etwas kraterförmig vertieften E
aus radial über die Netzhaut, indem
gelben Fleck umgehen. Sie sind v
schiedener Dicke, von noch weniger
bis zu 3—5 Mik. Alle neigen beim Al
Bildung perlschnurartiger Varikositäten
nen Axencylinder ohne Markhülle zu s
die Ora serrata zu wird ihre Schichte

Die dritte, oder die Schichte
glienzellen wird von einer, an den n
len einfachen Lage von verschieden g
venzellen gebildet. In der Umgebung
lutea liegen zwei bis drei, in dem g
eine grössere Anzahl über einander.
schwankt von 15—30 Mik. und mehr.
die vielfache Verästelung (Corti) und
Ansehen der Ganglienzellen der Ce
Die Fortsätze dieser Zellen stimmen zu
dem Aussehen der Fasern der Optikusf
ganz überein, und es lässt sich in Ver
den Lagerungsverhältnissen der Zell
Faserschichte nicht an einem direkten
von Nervenfasern in die Zellen zweife
lich ist nicht entschieden, ob alle Fase
Zellen eintreten.

Die vierte, 0,3—0,4 Mill. dicke
die innere granulirte Schicht.
den der Bindesubstanz angehörenden B
len sind verschwindend dünne, oft v
schlungene Nervenfäserchen eingelag
dickere Ganglienzellenausläufer rage
Schichte herein. Sie gehen zum Theil
bar feine Fäserchen über, am gelben
scheinen auch dickere Fasern bis in
Körnerschichte vorzudringen (Kölliker
Merkel).

Die fünfte Schichte ist die Schich
neren Körner. Diese Körner sind
sie gehören zum Theil dem Bindegewe
Theil stehen sie aber mit wahren, meist
luafenden Nervenfibrillen in Verbind
etwas verschieden grossen Körner s

Ganglienzellen vergleichbar. Der von unten her an sie herantretende soll wenigstens in der Macula lutea dünner sein, als der oben abtretende, bei allen fadenförmigen Fortsätzen in der Retina wiederholt MERKEL. des Protoplasmas der »Körner« ist gering, der Kern verhältnissmässig sehr gross.

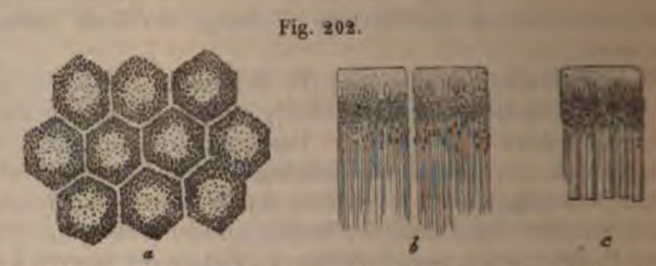
sechste Schichte ist die etwa 10 Mik. dicke äussere granulirte (HENLE (Zwischenkörnerschichte), welche die innere Körnerschichte äusseren Körnerschichte trennt. Das granulirte Aussehen, das sie mit dickeren inneren granulirten Schichte gemeinsam zeigt, rührt von der webigen Grundlage her, in welcher ebenfalls ausserordentlich feine Nerchen schief oder der Fläche der Retina parallel verlaufen. Die Faserchen ein sich theils aus den peripherischen Fortsätzen der inneren Körner, theils Stäbchen- und Zapfenfasern.

siebente Schichte ist die äussere Körnerschichte. Die äusseren sind kernhaltige Anschwellungen der von den Stäbchen und Zapfen gegen re granulirte Schichte verlaufenden Fasern, der sogenannten Stäbchenenfasern.

achte Schichte ist die der Limitans interna analoge Limitans externa. t an Netzhautquerschnitten als eine scharfe Grenzlinie die äussere Körate von der neunten Schichte, der Stäbchen- und Zapfenschichte. bchen sind cylindrisch 50—60 Mik. lang und 2 Mik. dick. Sie stehen t an einander, sodass kaum mehr Zwischenraum zwischen ihnen bleibt, t ihre cylindrische Gestalt bedingt ist. In ziemlich regelmässigen Abstänn in dem peripherischen Theile der Netzhaut zwischen ihnen fen, meist so, dass der gerade Abstand zweier Zapfen von 4—5 Stäbgefüllt ist. Die Dicke der Zapfen an der Basis beträgt hier zwischen [illegible]—7 ch aussen verdicken sie sich öfters noch ein wenig, verschmälern sich nählich und gehen in eine konische Spitze aus. Die Zapfen sind kürzer äbchen, beide verkürzen sich etwas gegen die Ora serrata zu. Sowohl ben als Zapfen unterscheidet man nach W. KRAUSE Aussenglied und lied. Das Aussenglied ist bei beiden Formen durch ein stärkeres Lichtsvermögen ausgezeichnet. Die Grenze zwischen dem Aussen- und Innenbenachbarter Stäbchen liegt in ziemlich gerader Höhe, während bei den e Grenze tiefer liegt, d. h. also weiter nach innen, da das Innenglied der urchgehends um etwa 6 Mik. kürzer ist, als das Innenglied der Stäbchen. Aussenglied der Zapfen ist durchschnittlich kürzer als das der Stäbchen. zehnte und letzte Schichte der Retina bildet die Schichte des Rements, welche bisher als innere Pigmentschichte der Choroidea bewurde. Die Entwickelungsgeschichte und Funktion weist sie zur Retina. ntschichte besteht aus regelmässig sechseckigen Zellen. Der äussere, an dea grenzende, meist den [illegible] Kern enthaltende Theil jeder Zelle tarm oder sogar farblos, der innere Zellenabschnitt, der sich mit den sch-körnigen Pigmente [illegible] zeigt, sendet viele äusserst feine [illegible] zwischen die Aussenglieder der Stäbchen und Zapfen, und umhüllt die Aussenglieder mit [illegible] Scheiden. Diese Fortsätze der Pigmentallen an ihrem Ende in [illegible] ganz farblose feine Fasern [illegible] die Grenze zwischen Aussen- und Innenglied [illegible].

Die Aussenglieder der Stäbchen und Zapfen (M. Schultze) lassen sch
eine feine Querstreifung erkennen und zerfallen durch Quellung in feine Querschei
die bei den Zapfen etwas dicker sind als bei den Stäbchen. Auch eine Längsstreifu

Fig. 202.



Zellen der Pigmentschicht der Netzhaut des Menschen. a von der Fläche gesehen im Zusammenhan
Seite gesehen mit den langen haarförmigen, theils pigmentirten, theils pigmentfreien Fortsätzen,
ebenso von der Seite gesehen, in welcher Aussenglieder von Stäbchen festhängen.

sich an den Aussengliedern (Hensen). Nach Zenker's Beobachtung besteht ein Unters
schen dem Brechungsindex der Mantelfläche und des Inneren der Stäbchen, er s
Indices zwischen 1,33 bis 1,5, W. Krause von 1,45 bis 1,47. Auch die Innengli
Stäbchen und Zapfen zeigen eine oberflächliche Längsstreifung, welche von
Bindegewebe angehörenden Faserhülle herrührt, welche die Stäbchen und Zapfe
(cf. unten). Der obere Theil der Innenglieder, sowohl der Zapfen als der Stäbchen,
durch eine dichte Masse feinster, in der Längsrichtung verlaufender Fibrillen, w
sie die Limitans externa erreichen, scharf abgegrenzt endigen. Die Zapfenfasern,
sind als die Stäbchenfasern, zeigen wie dicke Axencylinder eine feine Längst

Die stützende Bindesubstanz der Netzhaut, welche mit der des Sehnerven in V
steht, umhüllt als Gerüste die eingelagerten nervösen Elemente. Denken wir uns
ren weg, oder, was theilweise möglich ist, entfernen wir sie künstlich, so bl
oder weniger unregelmässig gestaltete Gerüstmaschen zurück, entsprechend der
denheit der die Netzhautschichten bildenden nervösen Elemente auch verschieden
bildend. Im Allgemeinen besteht die Bindesubstanz aus Fasern und membrano
Man unterscheidet zunächst die beiden obengenannten Grenzmembranen. Zwisch
interna und externa stehen, wie die Säulen zwischen Fussboden und Decke (M. S
radiale Faserzüge, die bindegewebigen Stützfasern, welche, je nach den Sch
Netzhaut wechselnd, durch ein gröberes oder feineres, an das Gewebe eines S
erinnerndes Maschennetz, seitlich mit einander verbunden werden. In der inner
schichte enthält die grösste Anzahl der Stützfasern einen ovalen Kern mit deutl
körperchen eingelagert, es ist das die oben erwähnte zweite Art von Kör
inneren Körnerschichte. Die Limitans externa ist keine isolirbare Membran, s
das Innigste, wie auch die Limitans interna mit der gesammten Bindesubstanz d
zusammen. Ueber die Limitans externa ragt eine Unzahl feiner bindegewebiger
heraus, welche als »Faserkörbe« die Stäbchen und Zapfen von unten her sch
umfassen und die oberflächliche Längsstreifung derselben veranlassen (M. Sc

Macula lutea und Fovea centralis. Der Ort des direkten Sehens, de
Fleck mit der Centralgrube, ist durch eine gelbe Färbung ausgezeic
rührt von einem diffusen, die Durchsichtigkeit im Allgemeinen nicht st
gelben Farbstoffe her, welcher mit Ausnahme der Stäbchen- und Zapfen
und der äusseren Körnerschichte in allen Schichten verbreitet ist. An
Glaskörper zugewendeten Fläche vertieft sich die Macula lutea zu der Fo
tralis, hier ist der Farbstoff am intensivsten. Die Netzhaut ist am gelben F

n, obwohl hier die Bindesubstanz an Mächtigkeit abnimmt und die Nerven- als zusammenhängende Schichte fehlen. Am ansehnlichsten verdickt nt die Schichte der Ganglienzellen und die innere, nur Fasern enthaltende ung der äusseren Körnerschichte. Schon in der Umgebung des gelben werden die Stäbchen zwischen den Zapfen immer seltener, der gelbe Fleck enthält nur Zapfen, welche gegen die Centralgrube zu immer dünner wer- n der Centralgrube, circa 0,2 Mill. Durchmesser, sind sie alle gleich dick ben nur die Dicke von Stäbchen. Auf dem gelben Fleck stehen die n in Bogenlinien, welche nach der Centralgrube zu kon- ren. Die Länge der Zapfen nimmt mit der Dickenabnahme zu, die Länge ssenglieder wird der der Stäbchen gleich. Die dünnsten Zapfen der Fovea frisch an ihrer Basis im Durchschnitt 3 Mik. (M. Schultze). Welcker be- e ihre Dicke zu 3,1 bis 3,6 Mik., im Mittel zu 3,3. Die langen konischen glieder spitzen sich gegen die Choroidea bis auf 1 Mik. und darunter zu, cken in Pigmentscheiden, die hier eine besonders dunkle Färbung zeigen.

ie Zapfenfasern verlaufen in dem gelben Fleck nicht mehr radiär zu den Schichten etzhaut, sie nehmen schon ausserhalb der Grenze des gelben Flecks eine schiefe, fast ontale Richtung an. Der Grund dafür liegt darin, dass in der Centralgrube alle ichten der Netzhaut, mit Ausnahme der Zapfen und der äusseren Kör- (bis auf ein Minimum), schwinden. Die zu den äusseren Körnern gehörigen inneren er und übrigen Netzhautelemente liegen ausserhalb der Centralgrube, ihre Fasern en daher, um den Anschluss zu erreichen, einen schiefen Verlauf annehmen. Die glienzellen der Macula sind meist bipolar (Merkel u. A.); der hier sehr zarten desubstanz fehlen die Stückfasern, dagegen ist die Limitans interna in der Macula t ansehnlich verdickt, in der Centralgrube verdünnt sie sich wieder bedeutend. chultze macht darauf aufmerksam, dass der gelbe Farbstoff der Macula lutea, hen hier die zu der Zapfenschicht strebenden Lichtstrahlen durchsetzen müssen, einen lichen Theil der violetten und blauen Strahlen des Spektrums absorbirt. Er t an, dass eine Zunahme des gelben Pigments Violettblindheit (cf. unten) veran- n könnte. Wirklich finden sich individuelle Schwankungen in der Intensität des Farb-, die bei dunklen Augen bedeutender ist als bei blauen. Der Farbstoff des Blutes in ziemlich engen Kapillarnetze der ganzen Netzhaut, scheint nach M. Schultze auf das ingende Licht eine analoge Wirkung auszuüben, er glaubt, dass trotz der Lücken in Kapillarnetze diese Wirkung zur Geltung komme, sodass Veränderungen im Blute, he sein Absorptionsvermögen für gewisse Lichtstrahlen verändern (z. B. bei Santonin- ftung), auch ungewohnte Farbenwahrnehmungen bedingen könnten.

n der **Ora serrata** schwinden die nervösen Netzhautbestandtheile mehr und mehr, wäh- das Bindegewebe mit den Stützfasern und dem spongiösen Netze die Hauptmasse der bran darstellt. Die Netzhautschichten verdünnen sich und verlieren ihre specifischen nschaften. Die Stäbchenschichte hört endlich scharf auf, und die übrigen Schichten redu- sich auf eine einfache Reihe von Zellen, welche die **Pars ciliaris Retinae** darstellt. Sie nen eine Fortsetzung des indifferenten Stützgewebes der Netzhaut zu sein, und schliessen ihrer Gestalt nach den Bindegewebszellen an (H. Müller). Im Allgemeinen sind sie lang- eckt, prismatisch und ähneln im Zusammenhange einem hohen Cylinderepithel, ihr eres Ende ist glatt abgestutzt, nach innen endigen sie unregelmässig, öfters verästelt, chultze). Auch die Limitans setzt sich fort.

ie **Gefässe der Netzhaut**: Arteria und Vena centralis Retinae, treten durch die Axe des erven in die Netzhaut ein und verästeln sich von der Eintrittsstelle aus baumförmig allen Richtungen. Anfangs ist ihre Lage nahe unter der Grenzmembran in der Schichte Sehnervenfasern, später dringen sie auch zwischen die Nervenzellen und die fein gra-

nulirte Schichte ein, wo sie sich zu einem weitmaschigen Kapillarnetz verästelt. Zum gelben Fleck treten keine grösseren Gefässe, die Netzhautgrube hat nicht einmal Kapillargefässe, sie ist von einem Kranz kapillarer Endschlingen umgeben.

Die Durchmesser der wichtigsten Netzhautelemente nach Mm. Nach den Messungen von C. KRAUSE, E. H. WEBER, BRÜCKE, KÖLLIKER, VINTSCHGAU, M. SCHULTZE. Die Durchmesser der Stäbchen und Zapfen cf. oben. Durchmesser der Eintrittsstelle des Sehnerven 1,6 — 2,7; Durchmesser des Gefässstranges darin 0,63=0,7; Entfernung der Mitte der Eintrittsstelle von der Mitte des gelben Flecks 2,25—3,8; horizontaler Durchmesser des gelben Flecks 2,25 — 3,27; Vertikaler 0,81; Durchmesser der Netzhautgrube 0,18 — 0,22; Dicke der Netzhaut am Umfange des Sehnerven 0,22, am Aequator 0,084, am vorderen Ende 0,09; Dicke der Schichten am gelben Fleck. Nervenzellen 0,101 — 0,117, feinkörnige Schichte 0,045, innere Körnerschicht 0,058, Zwischenkörnerschicht 0,086, äussere Körnerschicht 0,058, Zapfenschicht 0,067; Durchmesser der Nervenzellen 0,009—0,022, der Körner 0,004—0,009. Ein Mik. = 0,001 Mm.

Die Krystalllinse.

Die Krystalllinse stellt, wie ihr Name sagt, eine durchsichtige, farblose, bikonvexe Linse dar, deren hintere Fläche stärker als die vordere gewölbt ist. Der Körper der Linse wird von einer glatten, strukturlosen, glashellen, elastischen Hülle, der Linsenkapsel umschlossen, deren vordere Hälfte dicker ist als die hintere.

Die eigentliche Linsensubstanz zeigt in den äusseren Schichten eine fast gallertige Konsistenz, die inneren Schichten, der Linsenkern, sind konsistenter. Die frische Linse ist sehr elastisch, sie giebt jeder äusseren Gewalt leicht nach, kehrt schnell und vollkommen in ihre frühere Form zurück. Unter der vorderen Hälfte der Linsenkapsel (KÖLLIKER, BABUCHIN) findet sich im Epithel eine bis gegen den Linsenäquator hinaufreichende Schichte polygonaler Zellen. Sie sind auf der Vorderfläche der Linse flach, glasartig durchsichtig und erscheinen frisch vollkommen strukturlos. Die Hauptmasse der Linse besteht aus den Linsenfasern. Diese sind nichts anderes als in die Länge ausgezogene, metamorphosirte Zellen der eben beschriebenen Zellenlage. Diese Zellen verlängern sich zuerst in der Gegend des Linsenrandes, weiterhin wächst ihre Länge fort und fort, und sie gehen aus der perpendikulären in eine schräge Stellung über. Ihre vorderen Enden biegen sich nach aussen gegen die Schichten der inneren Epithelzellen.



Fig. 203.

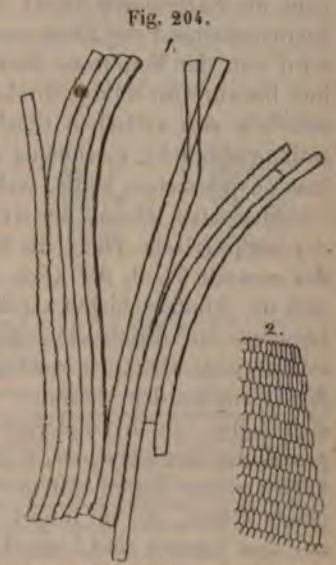
Meridionaler Schnitt durch die Axe der Menschenlinse.

In den tieferen Linsenpartieen ordnen sich die Fasern zu koncentrischen Schichten, welche sich wie die Schalen der Zwiebel einander decken, die Enden der Fasern stossen mit den von der entgegengesetzten Seite herkommenden in e

Bei dem Menschen umgreifen die Fasern immer nur einen Theil der
zwar so, dass die Nähte eine Art Stern darstellen, welcher in der
ise des Neugeborenen und im Linsen-
rwachsenen drei ausgezeichnete Strah-
en lässt, welche mit einander Winkel
machen. Der Stern der hinteren Fläche
der vorderen um 60° gedreht. In den
hichten spalten sich bei dem Erwachse-
ahlen vielfach in Nebenstrahlen, sodass
keltere Verhältnisse sich ergeben.

insenfasern (Fig. 204) sind lange,
dem Querschnitte sechsseitige Bänder,
indem die etwas ausgezähnelten Ränder
barten Fasern in einander greifen, dicht
nder. Auf dem Querschnitt beträgt der
chmesser der Fasern 0,0056—0,0112
nge0,02 Mm. Ihre breitere Fläche liegt der
fläche zugewendet. In den äusseren
sind die Fasern, die hier noch einen
Kern zeigen, weicher, breiter als im
Linse.

Fig. 204.



Linsenröhren oder Linsenfasern. 1. Vom Ochsen mit leicht zackigen Rändern. 2. Querschnitt der Linsenröhren vom Menschen. 350mal vergr.

chemischen Bestandtheile der Linse
wiegend Eiweissstoffe, vor allem Globulin,
uch Kalialbuminat und Serumeiweiss. Ausser-
t, Cholesterin in Spuren, 0,5% Aschenbe-
e und, nach den Schichten verschieden, etwa 60% Wasser.

bstanz der Linse ist doppelbrechend, zwischen gekreuzten Nikols zeigt die
schwarze Kreuz mit farbigen Ringen, wie senkrecht zur optischen Axe geschnit-
ige Krystalle.

ümmung der Linse hat HELMHOLTZ mit dem Ophthalmometer in ganz analoger
lebenden Auge bestimmt, wie die Krümmung der Hornhaut. Aus ihren Verbin-
Auge von der Zonula Zinnii, ligamentum suspensorium lentis getrennt, verändert
estalt, sie wird stärker gekrümmt, dicker, kugeliger, zum Beweise, dass
ge für gewöhnlich durch die Zonula von den Flächen her etwas gepresst und da-
eflacht ist (cf. unten). Die Resultate der Linsenmessung folgen bei der Lehre von
odation. KRAUSE erklärt nach seinen Messungen an der ausgeschnittenen Linse
erfläche als ein Stück eines abgeplatteten Rotationsellipsoids, die hintere für ein
paraboloid.

das Ligamentum suspensorium lentis, die Zonula Zinnii, cf. den folgenden Para-

Glaskörper.

Raum zwischen Hinterfläche der Linse und Netzhaut wird vom Glas-
ANOFF) ausgefüllt, er bildet die Hauptmasse des Augeninhaltes. Im All-
ist seine Gestalt kugelig, vorne vertieft er sich zur tellerförmigen Grube,
die Linse von ihrer Kapsel umschlossen, befestigt ist. Von der Papilla
is zur hinteren Fläche der Linsenkapsel verläuft ein 2 Mm. weiter Kanal.
le der Linse bis zu den Firsten der Ciliarfortsätze ist seine Oberfläche

frei und der Zonula Zinnii zugekehrt. Den angenommenen Zwis zwischen diesem freien Theil der Glaskörperoberfläche und der Zonula b man als PETIT'schen Kanal (cf. Fig. 198, S. 708), welcher den gan Aequatorialrand der Linse umgreift (IWANOFF). Der übrige Theil des G wird von der Membrana limitans interna retinae (HENLE, IWANOFF) be ihm bis zur Ora serrata direkt anliegt (Membrana limitans hyaloidea), v schieben sich zwischen Glaskörper und Grenzhaut, welche auf die P retinae übergeht, meridional verlaufende Fasern ein, Zonula Zinnii ode tum suspensorium lentis, welche sowohl mit dem Glaskörper bis zur Ciliarfortsätze, als mit der Grenzhaut verwachsen sind. STILLING der peripherische Theil, die Rinde des Glaskörpers, geschichtet ist der centrale Theil, der Kern, homogen erscheint. Gegen die Linse sich die Rindenschichte kontinuirlich, sodass an der Ora serrata der K Limitans nur durch eine dünne faserige Lage getrennt wird, die sic tellerförmige Grube umschlägt und diese bedeckt (IWANOFF), (vorder der Hyaloidea der Autoren). In den oberflächlichen Glaskörperschic sich Zellen, in den tieferen Schichten nur noch Derivate derselben, geschrumpften Bläschen, Körnchenhaufen etc. IWANOFF unterscheide körper runde Zellen mit grossem Kern, spindel- und sternförmige Z runde Zellen, die im Innern eine grosse, runde, durchsichtige Blase alle drei Formen sind kontraktil.

Die **Zonula Zinnii**, das **Ligamentum suspensorium lentis** bezieht sein stischen gleichenden Fasern aus dem Glaskörper, die in der Umgebu serrata sich erheben, mit der Membrana limitans der Pars ciliaris retin den, nach vorne laufen und sich zum Aequator der Linse begeben, ansetzen. Die Zonula wird, indem sie der Oberfläche der Ciliarfort wie eine Halskrause gefaltet. der äussere Rand dieser Falten entsprich tiefungen zwischen je zwei Ciliarfortsätzen, der innere Faltenrand, d Glaskörperoberfläche nähert, entspricht den Gipfeln der Ciliarfortsätze deren Faltenränder sind fest mit dem Ciliartheil der Netzhaut, diese m mentschichte, verbunden, sodass hier das ganze System von Membran menhängt und in seiner Spannung durch den M. tensor choroideae werden kann.

Das Ligamentum suspensorium lentis sichert die Stellung indem sie diese an die Ciliarkörper heftet; sie übt aber auch, wenn si ruhenden Auge, gespannt ist, auf den Aequatorialrand der Linse aus, welcher die Aequatorialdurchmesser der Linse verlängert, ihre D Axe verringert und ihre Flächen abplattet (HELMHOLTZ). Ihre Span durch die Kontraktion des Tensor choroideae verrringert werden, wodu kehrt die Flächen der Linse stärker gewölbt werden. Darauf beruht lichen die Fähigkeit der Akkomodation des Auges.

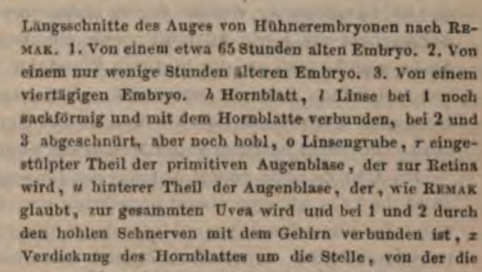
Die Glaskörperflüssigkeit zeigt alkalische Reaktion und zwischen 1, Stoffe, die zur Hälfte aus anorganischen Stoffen bestehen: Kochsalz, kohlensa Kalk, Schwefelsäure und Phosphorsäure. Unter den organischen Stoffen zeigen von Albuminaten und Harnstoff (PICARD). Die morphotischen Bestandtheile enthalten.

Der Humor aqueus, die wässrige Feuchtigkeit, welche die Augenkammer erfü

…ine Spur fibrinoplastischer Substanz, 0,9% Salze mit Kochsalz und Extraktivstoffe, …ter Harnstoff (WÖHLER).

…ur Entwickelungsgeschichte des Auges. Die Augen (KÖLLIKER) zeigen sich zuerst als …Blasen: primitive Augenblasen, seitlich an dem ersten Abschnitt der embryonalen …nanlage, von dem sie sich in der Folge mittelst eines hohlen Stieles: primitiver Optikus …nüren und an die untere Hirn…e (Zwischenhirn) herabrücken. Die …tive Augenblase liefert die Retina …deren Pigmentschichte, welche man …r als innere Pigmentschichte der …oidea bezeichnete. Die äussere Be…ung der Augenblase bildet das Horn… Haben die Augenblasen ihre blei…e Stellung erlangt, so beginnt an ihrem, … Stiele entgegengesetzten Pole eine …erung des Hornblattes, die sich …ch zur Linse abschnürt und die … von ihrer vorderen Seite her ein…. Endlich legt sich die vordere Augen…wand ganz an die hintere an, sodass …der Blase nun ein doppelblättriges, …rförmiges Gebilde entstanden ist, das …einem vorderen Rande die Linse um… (Fig. 205).

Fig. 205.



Längsschnitte des Auges von Hühnerembryonen nach REMAK. 1. Von einem etwa 65 Stunden alten Embryo. 2. Von einem nur wenige Stunden älteren Embryo. 3. Von einem viertägigen Embryo. *h* Hornblatt, *l* Linse bei 1 noch sackförmig und mit dem Hornblatte verbunden, bei 2 und 3 abgeschnürt, aber noch hohl, *o* Linsengrube, *r* eingestülpter Theil der primitiven Augenblase, der zur Retina wird, *u* hinterer Theil der Augenblase, der, wie REMAK glaubt, zur gesammten Uvea wird und bei 1 und 2 durch den hohlen Sehnerven mit dem Gehirn verbunden ist, *x* Verdickung des Hornblattes um die Stelle, von der die Linse sich abgeschnürt hat, *gl* Glaskörper.

…leichzeitig beginnt nun auch die …s der unteren Kopffläche hinter der Linse, gegen die primitive Augenblase und … hohlen Stiel zu wuchern und stülpt ihre untere Wand ein, welche sich gegen …bere Wand anlegt. Die Optikusanlage wird dadurch zweiblättrig und rinnenförmig. …urch diese Einstülpungen entstandene doppelwandige Blase mit weiter seitlicher Spalte …t nun die »sekundäre Augenblase«. Ihre Höhle kommunicirt nicht mehr mit den Hirn…en, es ist dieselbe ein von der Aussenseite der primitiven Augenblasen her, durch die …ülpung der Linse und der Glaskörperanlage entstandener Hohlraum. In Folge der …eren Entwickelung verwächst die Spalte der sekundären Augenblase und des primitiven …erven, indem sie den in sie hineingewucherten Theil der Cutis als Glaskörper und als …bindegewebige Axe des Sehnerven mit den Vasa centralia abschnürt. Die Hülle des …s: Sclerotica und Hornhaut, und wohl auch die Choroidea stammt vom mitt…n Keimblatt (den Kopfplatten).

…or der Entwickelung der Stäbchen und Zapfen ist das hintere nervöse Blatt …primären Augenblase gegen das vordere, das Pigmentepithel, durch eine deutliche Limi… externa scharf abgegrenzt. Beim Hühnchen bildet sich um den 7—10. Bruttag in dem …sen Netzhautblatte eine deutliche Schichtung aus, indem die innere Faserschichte … die beiden granulirten Schichten deutlich werden, gleichzeitig sprossen nach hinten …r die Limitans externa hinaus die Anfänge der Stäbchen und Zapfen hervor in Form …ner, dünner, halbkugeliger Höckerchen von homogener Beschaffenheit. Zuerst bilden … die Innenglieder, später die Aussenglieder, die in die Zellen des Pigmentepithels hin…achsen, von denen sie scheidenartig umfasst werden (M. SCHULTZE). Nach BABUCHIN's …bachtungen an der Froschretina entstehen die Stäbchen und Zapfen durch Auswachsen … äusseren Körner der Netzhaut. Dem Obigen analog sind SCHENK's Angaben über die …hretina. M. SCHULTZE möchte die Bildung wenigstens der Aussenglieder aus den Körnern …die Kutikularbildungen anreihen. Wann bei dem Menschen sich die Stäbchen und Zapfen …wickeln, ist noch unbekannt, beim Neugeborenen sind sie schon gut entwickelt. Bei …dgeborenen Jungen von Kaninchen und Katzen bilden sie sich erst nach der Geburt.

Die Linse ist nach diesen Beobachtungen ein Epidermisgebilde, sie liegt zu dickwandige Blase in der vorderen Einstülpung der primitiven Augenblase. D wandung besteht aus cylindrischen, radiär gestellten Zellen, welche später zu d fasern auswachsend die Linsenhöhle erfüllen. Ein bleibender Rest der Zellen bild oben sahen, das innere Linsenepithel. Die Linsenkapsel hält Kölliker für eine bildung der Linsenzellen. Die Linse ist bei Embryonen und noch beim Neugeb geliger als beim Erwachsenen. Der Glaskörper besteht von Anfang an aus e genen Grundsubstanz mit eingestreuten Zellen vorzüglich in den oberflächlichern Linse und Glaskörper sind bei dem Embryo von einer »gefässhaltigen Ka schlossen, von welcher man bei dem Erwachsenen keine Spur mehr findet. A wurde der Theil der Gefässkapsel bekannt, welche die embryonale Pupille Membrana pupillaris. Ein Theil der Gefässe auf der Vorderfläche der Lin den Gefässen des Iris geliefert, die übrigen Gefässe der Hülle stammen aus der tralis retinae. Diese entsendet bei ihrem Eintritt in den Bulbus eine kleine Art dea oder capsularis, welche durch obengenannten Canalis hyaloideus durch d Glaskörpers die Linse zu läuft; ehe sie diese erreicht, spaltet sie sich in p Aeste, welche sich auf der hinteren Wand der Linse verbreiten, aber auch den l ben mit feinen Zweigen umgreifen. Der angeborene Pupillarverschluss (Atr congenita) beruht auf der hie und da bei Neugeborenen noch vorhandenen M bran. Die Vögel besitzen keine Membrana pupillaris (Haller).

Die Choroidea endigt Anfangs am Linsenrande, erst am Ende des zweiten ginnt die Iris als eine zuerst ungefärbte kreisförmige Hautschichte hervorzuw Rand der sekundären Augenblase, deren innere Lamelle zur Retina, die äusse nalpigment wird, umgreift anfänglich den Linsenrand. In der zweiten Hälfte d nalentwickelung bleibt der vordere Theil der sekundären Augenblase (der Re Entwickelung zurück und liefert in der Folge die Pars ciliaris retinae, die, wie keine nervösen Elemente besitzt. Die gelbe Färbung des gelben Flecks ist bei und Neugeborenen nicht sichtbar.

Die Augenlider zeigen sich im Anfang des dritten Monats als niedrige Ha vierten berühren sie sich und verkleben mit ihren Rändern, öffnen sich aber no vor der Geburt. Die Thränendrüsen entstehen nach dem Schema der Sp (cf. S. 239) im Anfang des vierten Monats, die Meibom'schen Drüsen erst im s nat aus soliden Wucherungen des Epithels der Augenlidränder

Zur vergleichenden Anatomie. Bei den niederen Medusen (Gegenbaur) erscheinen als erste Andeutung von Sehorganen blosse Pigmentflecke takelbasis, welche in der Regel keine weiteren lichtbrechenden Medien enthalten stark lichtbrechende Körper im Pigment eingelagert, die an die Krystallstäbc niederer Thiere erinnern. Die Randkörper der höheren Medusen, denen d von Sinnesorganen zukommt, sind sicher wenigstens nicht alle für Sehorgan Bei vielen niedern Würmern (Turbellarien, Trematoden, Nemertinen, Räderth bei Tunicaten) finden wir als Sehorgan vielfach nur Pigmentflecke, welche geordnet entweder unmittelbar auf dem Centralnervensystem aufsitzen oder v venzweige erhalten. An Stelle dieser Pigmentflecke finden wir bei nahe steh deutlich ausgebildete Augen, wo das Pigment nur als Hülle eigenthümlicher licht Apparate modificirter Zellen, der Krystallstäbchen, auftritt, welche wir a rate lichtempfindlicher Nerven betrachten dürfen (Turbellarien, hie und da auch tinen). Bei den Hirudineen erscheinen (Leydig) die Augen als becherförmige V im Integument, sehr ähnlich den becherförmigen Tastorganen dieser Thiere, w sich durch starke Pigmentumlagerung unterscheiden. Helle Zellen kleiden den Bechers aus, seine Mündung wird von modificirten Epidermiszellen eingefasst. Zellen des Grundes tritt ein Nervenstrang hindurch und endigt frei nach auss leichten papillenförmigen Erhebung. Die Augen der Anneliden zeigen sich

eden und erreichen zum Theil schon eine auffallende hohe Ausbildung des Baues. Bei ichiomma sind die einzelnen Fäden der Kiemenbüschel des Kopfes mit vielfachen Augen etzt. Bei den Echinodermen vertreten meist nur Pigmentflecke die Sehorgane. Bei den sternen lagern aber zusammengesetzte Augen auf der gewöhnlich aufwärts dem Lichte ebogenen Spitze jedes Armes. Viele, oben kugelige Krystallstäbchen, jedes von einer mentscheide umgeben, in ihrer Gesammtheit von einer Epithellage mit Cuticula bedeckt, en auf einer kugeligen Markmasse auf, das Ende des Ambulacralnerven fungirt als nerve.

Sehr genau sind die Augen der Arthropoden untersucht. Es betheiligt sich neben lichtempfindlichen Theilen, den Krystallstäbchen, mit Pigmenthülle an dem Bau des es auch meist ein Abschnitt der äusseren Leibesdecke, der Chitinhülle, welche über Auge zu einem lichtbrechenden Organ wird. Die meist sehr grossen Krystallstäbchen en mit mannichfachen Differenzirungen die Form eines umgekehrten Kegels oder eines rseitigen Prismas, sie treten mit Nervenfasern in Zusammenhang. Das immer nach sen gewendete Ende der Krystallstäbchen ist stärker lichtbrechend als der innere hnitt, der sich immer mehr in seinem Aussehen den Nerven annähert. Die Chitindecke Auges, welche die Stelle der Cornea vertritt, ist durchsichtig und pigmentfrei, häufig bt sie sich nach aussen vor und verdickt sich nach innen, sodass sie dadurch die sche Wirkung einer Linse erlangt. Längs der Krystallstäbchen verlaufen Muskelfasern, che erstere zum Zwecke der Akkomodation der Cornea nähern können. Die Bildungen im Allgemeinen sehr mannichfach, GEGENBAUR zählt folgende Hauptformen auf:

I. Augen ohne lichtbrechende Cornea.

1. Einfaches Auge. Es besteht aus einem von Pigment umhüllten Krystallstäbchen, der Chitinhülle entfernt, welche sich am Bau des Auges nicht betheiligt. Diese Form, che bei den niederen Crustaceen vorkommt, schliesst sich an die bei Würmern (Turbelen, Nemertinen etc.) beobachteten Sehorgane an.

2. Zusammengesetztes Auge, wie das eine, nur sind hier mehrere Krystallstäbchen zu em Auge vereinigt (niedere Crustaceen).

II. Augen mit Cornea.

1. Einfaches Auge, gebildet von einem st grossen Krystallstäbchen, von welchem das gument zu einem linsenartigen Körper verdickt (Corycaiden).

2. Zusammengesetztes Auge: a) mit einher Cornea. Mehrere zu einem Auge vereinigte stallstäbchen werden von einer gemeinsamen, enförmig gewölbten Cornea überzogen (Arachen); b) mit mehrfacher Cornea. Um eine hkugelige Sehnervenanschwellung sind zwei bis hrere Tausend radiär geordnete, durch Pigment einander getrennte Krystallstäbchen zu einem elig gewölbten Auge vereinigt.

Die Chitinhülle des Auges bildet den einzelnen stallstäbchen entsprechende, konvex nach innen rspringende Facetten, sodass jedes Krystallstäbchen ne eigene kleine, lichtbrechende Cornealinse besitzt. Jedes Krystallstäbchen steht so Stelle eines einfachen Auges zweiter Gattung. (Die einfachen Augen der Krustenthiere d Insekten.)

Fig. 206.

A Schematischer Durchschnitt durch ein zusammengesetztes Arthropodenauge. *n* Sehnerv. *g* Ganglienanschwellung desselben. *r* Krystallstäbchen aus dem Ganglion hervortretend. *c* Fascettirte Cornea, vom Integument gebildet, wobei jede Fascette durch Convexität nach innen als lichtbrechendes Organ (Linse) erscheint. *B* Einige Hornhautfacetten von der Fläche gesehen. *C* Krystallstäbchen (*r*) mit den entsprechenden Cornealinsen (*c*) aus dem Auge eines Käfers.

Die höchste Ausbildung und Annäherung an das Auge der Wirbelthiere erreicht Auge der Wirbellosen bei den Mollusken, obwohl auch hier noch sehr einfache For sogar Pigmentflecken vorkommen oder auch die Augen ganz fehlen. Die Augen (fin der Cephalophoren und Cephalopoden sitzen stets zu zweien am Kopfe des Thiers. Be ersteren zeigt der Bulbus des Auges eine dünne äussere Umhüllung, welche nach vo eine durchsichtige Cornea übergeht, in der Tiefe des Auges bildet der Sehnerve eine glienartige Anschwellung, auf welche die Netzhaut folgt mit einer Pigmentschichte, w die Schichte der nach aussen gekehrten Krystallstäbchen aufgelagert ist. Der Raum des Auges wird von einer hinter der Cornea gelegenen Linse und hinter die einer Glaskörpermasse ausgefüllt. Bei den Cephalopoden lagert der Bulbus in einem v Seitenrändern und Orbitalfortsätzen des Kopfknorpels gebildeten orbitaähnlichen R Pupillenartige Bildungen sowie Augenlider kommen bei ihnen zu dem Auge noch hin

Die Augen der Wirbelthiere (Amphioxus zeigt als Sehorgan einen auf das c Nervensystem aufgelagerten Pigmentfleck) stimmen der Hauptsache nach mit dem Menschenauges überein. Bei allen gehören die lichtempfindlichen Apparate, die St und Zapfen, zu den äusseren Netzhautschichten, die Aussenglieder der Stäbchen und sind dem in das Auge einfahrenden Lichte abgewendet, während bei allen Au Wirbellosen die jenen entsprechenden Krystallstäbchen dem Lichte entgegenge det sind. Es spricht sich darin ein verschiedenes Bauprincip aus, sodass an eine Ab der einen Form aus der anderen anatomisch nicht gedacht werden kann (GEGENBAUR).

Die Form der Bulbus zeigt viele Verschiedenheiten (Figg. 209. 210. 211) Er ist b

Fig. 207.



Auge von Essox lucius. Horizontalschnitt. c Cornea. p Processus falciformis. s' s' Verknöcherungen der Sclerotica. o Sehnerv.

Fig. 208.



Auge von Varanus. (Warneidechse). Horizontalschnitt. c Cornea. p Processus falciformis. i Iris und Linse.

Fig. 209.



Auge von Falco chrysaetos Horizontalschnitt (nach W. So RING). s Sclerotica.

Mehrzahl der Säugethiere kugelig: bei den Fischen, den im Wasser lebenden Säuge und den Wasservögeln (Schwimm- und Stelzvögeln) ist er von vorne nach hinten, und zeitig auch die Cornea, abgeflacht; bei den Raubvögeln ist namentlich der vordere Th Auges und die Cornea stark hervortretend und gewölbt. Bei vielen Wirbelthieren ist Sclerotica Knorpel oder sogar Knochen eingelagert, bei Eidechsen, Schildkröten und lagert sich im Umkreise der Hornhaut ein Kranz flacher, an einander liegender oder üb ander sich wegschiebender Knochenstücke ein, Scleroticalring. Die Form der wechselt zwischen der kreisrunden, querovalen (Selachiern, Wiederkäuern und Eich längsovalen (Krokodile und fleischfressende Säugethiere), fast dreieckigen (bei m Amphibien und Fischen). Bei Fischen, Reptilien, Vögeln durchsetzt eine Choroidealfa Netzhaut, durchzieht meist sichelförmig gebogen den Glaskörper und setzt sich m Anschwellung in den hinteren seitlichen Theil der Linsenkapsel an (Processus falci bei Vögeln Pecten). Die Choroidea vieler Säugethiere, der Fische, des Strausses, z grösserer oder geringerer Ausdehnung einen grünlichen oder bläulichen Metallsch nach BRÜCKE eine Interferenzerscheinung, das Tapetum lucidum, welches das A leuchten dieser Thiere im Halbdunkel hervorruft. Die Form der Linse erscheint risch bei Fischen und Amphibien und den im Wasser lebenden Säugethieren schein Sehen im Wasser angepasst. Die bei der Pupille und bei der Akkommodation thätigen kelelemente der Choroidea sind bei Reptilien und Vögeln quergestreift.

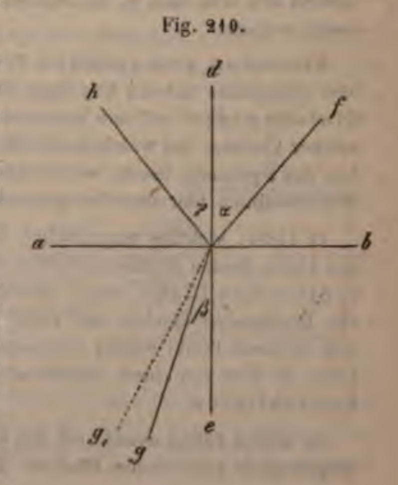
:iehung auf die Stäbchen und Zapfen kommen in der Netzhaut der Thiere 'erschiedenheiten vor, aus welchen M. Schultze den Schluss zog, dass die Zapfen)enpercipirenden Organe der Netzhaut seien, sie dienen aber auch mit :hen zusammen der allgemeinen Lichtempfindung. Bei im Dunklen lebenden Thie-lenen, da im Dunklen keine Farbenunterschiede als solche auftreten, die Farben-ng auf ein Minimum reducirt ist oder ganz fehlt, fehlen entweder auch die Zapfen (Rochen, Haifische, Flussneunauge, Stör, Fledermaus, Igel, Maulwurf), oder sie ümmert und wenig zahlreich (Eulen, Ratte, Maus, Meerschweinchen). Andere der Sonne spielende Thiere, denen wir wie den Vögeln mit ihrem farbenprächti-der oder den farbenschillernden Schlangen einen sehr entwickelten Farbensinn zu-müssen, haben (die Reptilien) nur Zapfen, oder es herrschen die Zapfen auf der r (Vögel) und sind in beiden Fällen ganz eigenthümlich entwickelt. An der Grenze n- und Innenglieds, die ganze Dicke desselben einnehmend, findet sich eine Oel-gelagert, welche eine meist sehr intensive Färbung zeigt. Von den durchfallenden den wird daher nur den der Färbung der Oelkugel entsprechenden der Durchtritt sodass nur sie die Erregung der zu dem Zapfen gehörenden Faser bewirken kön-Vögeln und Reptilien giebt es auch farblose derartige Kugeln, die meisten sind aber gelb, grüngelb, gummiguttgelb, orange, dazwischen stehen in regelmässigen Ab-ubinrothe. Sie stellen sich danach als specifische Farbenperceptionsorgane dar, einen gegen diese Auffassung noch manche gewichtige Gründe zu sprechen. Die änzten Batrachier haben derartige farblose oder hellgelb gefärbte Kugeln. Offenbar n sich alle diese Kugeln durch ihre sphärische Gestalt auch an der Brechung der den im Zapfen selbst und reihen sich dadurch an mannichfache farblose lichtbre-inlagerungen im Innengliede der Zapfen derselben Thiere an, von denen sich aber eutungen in den Zapfen der Säugethiere (Schweine) finden (M. Schultze).

II. Die Dioptrik des Auges.

Lichtbrechung in Systemen kugeliger Flächen.

n menschlichen Auge findet sich eine Reihe optisch brechender Flächen, welche der Lichtstrahlen in ihm bedingen. Es sollen die hauptsächlichsten allgemeinen hungsgesetze für einfach brechende Mit-für eine Reihe von gekrümmten Flächen chickt werden, wobei wir uns, soweit es und unser Zweck gestattet, möglichst ge-e von Helmholtz gegebene Darstellung an-.

Fig. 210.



ner einzelnen brechenden Fläche oltz) die Lage des zurückgeworfenen und en Strahls folgendermaassen bestimmt. 0 sei *ab* die brechende Fläche, d. h. fläche zweier optisch verschieden brechen-n, *fc* ein darauf fallender Lichtstrahl, *dc* nkte *c* (in der Figur nicht bezeichnet!) auf cht stehende Linie: das Einfallsloth lektirte, *cg* der gebrochene Strahl. Eine Einfallsloth und den einfallenden Strahl bene heisst: Einfallsebene, der Win-hen einfallendem Strahl und Einfallsloth

(α) Einfallswinkel, der Winkel zwischen Einfallsloth und dem zurückg Strahl der Reflexionswinkel (γ), und derjenige zwischen dem Einfallsl dem gebrochenen Strahle (β) den Brechungswinkel. Der gebrochene und der Strahl liegen in der Einfallsebene, der Reflexionswinkel ist gleich dem Einfallswin Abhängigkeit des Brechungswinkels von dem Einfallswinkel spricht sich darin aus, ihre Sinus verhalten wie die Fortpflanzungsgeschwindigkeiten des Lichts in den den beiden Medien. Das Verhältniss der Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Vacuum zu der in einem gegebenen Medium nennt man dessen Brechu hältniss oder Brechungsvermögen. Heisst die Fortpflanzungsgeschwin Vacuum c, im ersten Medium c_1, im zweiten c_2, n_1 das Brechungsvermögen des das des zweiten Mediums, so ist $n_1 = \frac{c}{c_1}$ und $n_2 = \frac{c}{c_2}$. Das Brechungsgesetz s bekanntlich: $\sin\alpha : \sin\beta = c_1 : c_2$. Gewöhnlich findet man es in der daraus abzuleit $n_1 \sin\alpha = n_2 \sin\beta$, aus welcher Gleichung man also z. B. den Brechungswinkel o chungsvermögen des zweiten Mittels etc. berechnen kann, wenn die drei übrigen geben sind. Handelt es sich wie gewöhnlich um das Brechungsvermögen der Lu andern Mediums, so vereinfacht sich die Gleichung, da n_1 das Brechungsvermögen gesetzt werden darf, zu $\sin\alpha = n \sin\beta$, wo n das Brechungsvermögen des zweit bedeutet. Das Brechungsverhältniss für das Vacuum = 1 ist nämlich von dem 1,00029 (bei 0° und 760 Mm. Druck) so wenig verschieden, dass der Untersch meisten Fällen vernachlässigt werden darf.

Farbenzerstreuung durch Lichtbrechung. Im Vacuum und in de denen Gasarten ist die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der einfachen farbigen L nicht verschieden, in tropfbaren und festen Körpern pflanzen sich dagegen die S kleiner Schwingungsdauer, die blauen und violetten, langsamer fort, ihre verhältnisse sind sonach gemäss der oben gegebenen Definition grösser als die Strahlen, man unterscheidet sie daher, z. B. die violetten, als die brechbarer len, von den weniger brechbaren, z. B. den rothen Strahlen. Der Weg, verschiedenen, den weissen Lichtstrahl zusammensetzenden farbigen Lichtstr einer Brechung in tropfbaren oder festen Körpern einschlagen, muss daher im ein verschiedener sein, die Brechung ist ein Mittel, um sie zu trennen. Komm Figur Nr. 210 das Strahlenbündel von oben (f) her, und zwar nach der Annahme dünneren Medium, so würden zwar alle gebrochenen Strahlen dem Einfallslot die brechbareren violetten Strahlen aber mehr als die wenig zerbrechbaren roth werden den Weg nach g, die zweiten nach g_1 einschlagen und sich auf diese We ander trennen.

Brechung an kugeligen Flächen. Im Auge findet die Brechung an oder wenigstens nahezu kugeligen Flächen statt. Fällt das Licht unter sehr Einfallswinkel auf eine kugelige, brechende Fläche, oder auf ein centrirte solcher Flächen, bei welchem alle Mittelpunkte der Kugelflächen in einer gerade Axe des Systemes, liegen, so vereinfachen sich bekanntlich die Gesetze der Bre Wir erwähnen hier zunächst folgende Hauptbrechungsgesetze (Helmh

1) Licht, welches ursprünglich von einem Punkte ausgegangen ist, oder in nen Licht, dessen Strahlen hinreichend verlängert alle durch einen Punkt gehe centrisches Licht, wird, nachdem es durch ein centrirtes System gegange alle brechenden Flächen nur unter kleinen Einfallswinkeln getroffen hat, a) e sich in einem Punkt wieder vereinigen wie bei Konvexlinsen, b) oder so fo käme es alles von einem leuchtenden Punkt her, also wieder homocentrisch se Konkavlinsen.

In beiden Fällen nennt man den Konvergenzpunkt der Strahlen das optische ursprünglich leuchtenden Punktes. Da von dem Orte des Bildes ausgehende Li

-er Stelle des ursprünglich leuchtenden Punktes sich wieder schneiden würden, bezeich-man den Ort des leuchtenden Punktes und den seines Bildes auch als konjugirte -einigungspunkte der Strahlen. Reell nennt man das optische Bild, wenn die -dem leuchtenden Punkt ausgegangenen Strahlen im Bildpunkte wirklich zur Vereini-g kommen. Dies kann nur dann eintreten, wenn das Bild hinter den brechenden Flä-liegt. Virtuell nennt man das Bild dann, wenn der Vereinigungspunkt der Licht-hlen in ihren rückwärts gelegenen Verlängerungen vor der letzten brechenden Fläche . Im letzteren Falle kommen also im Bildpunkte nicht die Lichtstrahlen selbst, sondern ihre gedachten Verlängerungen zur Vereinigung.

. Konvexe Glaslinsen (Brenngläser und Sammellinsen), Brillengläser für Weitsich- entwerfen von entfernten Gegenständen reelle Bilder. Ist *a* der leuch-e Punkt, so werden die *a* kommenden Licht-hlen in die Richtungen *d e* gebrochen, und ver-gen sich wirklich in m Punkte, dem reel-Bilde *b*. Nach der neidung divergiren sie der, gerade als wäre *b* st ein ursprünglich leuch-er Punkt (Fig. 211).

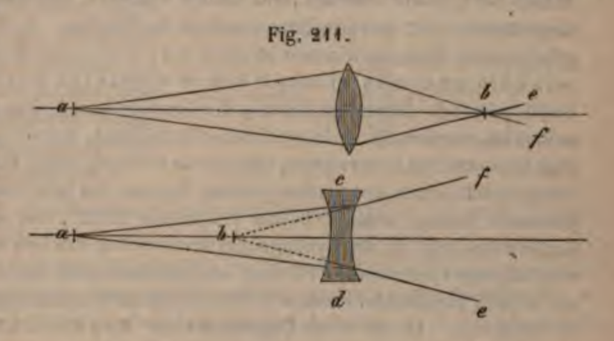
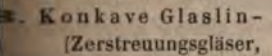


Fig. 211.



. Konkave Glaslin- (Zerstreuungsgläser, engläser für Kurzsichtige), geben nur virtuelle Bilder. Nicht die Lichtstrahlen st, nur ihre Verlängerungen treffen sich in *b* (Fig. 211) und gehen hinter der Linse er, als kämen sie von *b*. Ein hinter der Linse zwischen *f* und *e* stehendes Auge glaubt leuchtenden Punkt in *b* zu sehen.

. Liegen mehrere leuchtende Punkte in einer gegen die Axe des brechenden Systems rechten Fläche, und zwar der Axe so nahe, dass ihre Strahlen auch sämmtliche brechende elflächen unter sehr kleinen Einfallswinkeln treffen, so kommen ihre reellen oder vir-len Bilder auch alle in einer auf die optische Axe senkrechten Ebene zu liegen, und ihre heilung in dieser Ebene ist geometrisch ähnlich der Vertheilung der leuchtenden Punkte; ören die leuchtenden Punkte einem Objekte an, so ist das optische Bild dieses Objektes Objekte selbst ähnlich.

. Derartige Bilder von Objekten liefert die dem Auge sehr ähnliche Camera obscura. die vordere Wand eines innen geschwärzten Kastens, dem man passend die Gestalt s Auges geben kann, ist eine verschiebbare Röhre eingesetzt, elche eine oder mehrere Glaslinsen *l* eingefügt sind. Die kseite des Kastens bildet eine matte Glastafel. Wendet n die Gläser gegen entfernte erleuchtete Objekte und be-attet die matte Glastafel, so sieht man auf ihr das umge-rte, natürlich gefärbte Bild der Objekte, welches, wenn Linse so gestellt ist, dass die von einem Punkte des abzu-lenden Objekts ausgehenden Strahlen sich alle je in einem nkte der matten Glastafel schneiden, sehr scharf gezeichnet scheint.

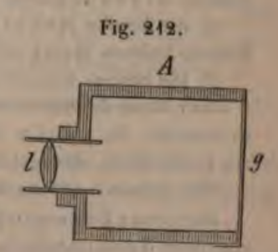


Fig. 212.

a) Zerstreuungsbilder. Man bemerkt dabei, dass Bilder ungleich weit von der Camera obscura entfernter Gegenstände nicht gleichzeitig tlich auf der matten Tafel erscheinen. Man muss die Röhre mit der Linse etwas rausschieben, um nähere Gegenstände abzubilden, für entferntere dagegen

mehr hineinschieben, da näher an der Linse gelegene Objekte ihre Bilder in Entfernung hinter ihr entwerfen, als von der Linse weiter entfernt stehende Objekt

b) Chromatische Abweichung. Haben die Linsen einen grossen Du im Verhältniss zur Länge dss Kastens, so zeigen Ränder heller Flächen in dem Bil meist blaue oder gelbrothe Säume. Wie wir sahen, liegen wegen der verschiede barkeit des verschiedenfarbigen Lichtes, die Vereinigungspunkte verschiedenfarb len nicht genau in derselben Entfernung hinter der Linse und die Bilder für die nen Farben decken sich nicht genau. Diese chromatische Abweichung aufgehoben werden, durch eine passende Verbindung von Linsen, die aus versch chenden Glassorten bestehen, sogenannte achromatische Linsen.

c) Sphärische Abweichung. Auch bei Beleuchtung mit einfarbigem Licht Bilder der Camera obscura und andere optische Instrumente mit grösseren Kugelflächen eine gewisse Ungenauigkeit der Umrisse, weil die durch eine kug gebrochenen homocentrischen Strahlen nur bei verschwindend kleinen winkeln genau in einem Punkte vereinigt werden. Instrumente, durch passende Zusammenstellung der brechenden Flächen diese Abweichung m seitigt ist, werden als aplanatische bezeichnet. Durch einzelne Kugelflächen dige Aplanasie nie zu erreichen, eine solche wäre nur durch Rotationsflächen möglic meist durch solche des vierten Grades, die man bis jetzt noch nicht schleifen ka gewissen Fällen, wenn z. B. der leuchtende Punkt, wie oft bei dem Auge in Entfernung liegt, ist die Erzeugungskurve solcher Flächen eine Ellipse. Bei eine von kugeligen brechenden Flächen ist Aplanasie auch durch passende Kombinat rer kugelig brechender Flächen in Beziehung auf Krümmungsradius und Abstand zu erreichen. Da an einer Kugelfläche die Randstrahlen stärker gebroche als die der Axe zunächst eintretenden Strahlen, so schneiden sich die g Strahlen nicht alle in einem Punkte, sondern in einer krummen Linie: kau Linie.

Centrirte dioptrische Systeme. Wenn bei einem centrirten dioptrischen System Medium, in welches schliesslich nach allen Brechungen die Strahlen eintreten, v ist, vom ersten, aus welchem sie ursprünglich kommen, dann erscheint die optisch des Systems auffallend analog der Brechung an einer einzigen sphärischen Trenn die zwei heterogene Medien von einander scheidet. Zur einfachen Bestimmung de der Grösse der optischen Bilder, sowie des Ganges eines jeden durch ein solch hindurchgegangenen Lichtstrahls, welcher sämmtliche brechende Flächen unter se Einfallswinkel passirt hat, bedarf es der Kenntniss gewisser Punkte: der Kardinalpunkte des Systems.

Man hat 3 Paare solcher Punkte zu unterscheiden:

1) zwei Brennpunkte, senkrecht auf die Axe durch die Brennpunkte geleg heissen Brennebenen.

2) die beiden Hauptpunkte, senkrecht auf die Axe durch die Hauptpunk Ebenen heissen Hauptebenen.

3) Die beiden Knotenpunkte.

Man nennt die Seite des Systems, von der das Licht herkommt, die erste, die es hingeht, die zweite Seite; das Brechungsverhältniss des ersten und letzt sei verschieden, das erstere n_1, das letzte n_2.

Wir definiren nun nach Helmholtz:

Der erste Brennpunkt F_1 ist dadurch bestimmt, dass (wie bei der Brechung kugeligen Trennungsfläche) jeder Strahl, der durch ihn geht, nach der Brechun mit der Axe wird. Alle von einem Punkt der ersten Brennebene ausgehenden werden nach der Brechung unter einander parallel (Fig. 213).

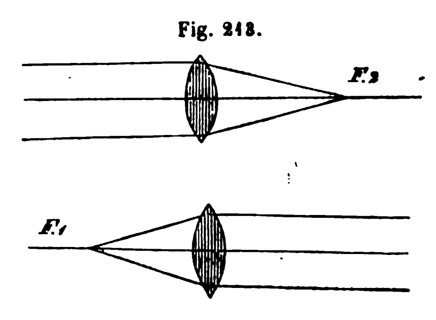
Der zweite Brennpunkt F_2, auch der hintere Brennpunkt genannt, ist da stimmt, dass durch ihn jeder Strahl geht, der vor der Brechung parallel der Axe

che im ersten Mittel unter einander parallel sind, vereinigen sich in einem Punkte iten Brennebene (Fig. 213).

ie Hauptpunkte.

zweite Hauptpunkt ist das Bild des ersten, d. h. Strahlen, welche im ersten urch den ersten Hauptpunkt gehen, gehen nach der letzten Brechung durch den Hauptpunkt. Die zweite Hauptist das optische Bild der ersten, und zwar ie einzigen zusammengehörigen Bilder, gleich gross und gleich gerichtet sind. er zweite Knotenpunkt ist das ersten. Ein Strahl, der im ersten nach dem ersten Knotenpunkt gerichgeht nach der Brechung durch den Knotenpunkt, und die Richtungen des vor und nach der Brechung sind r parallel. Die Knotenpunkte bilden e gewisse Analogie zum Centrum einer ı kugelförmigen Trennungsfläche.

Fig. 213.



Entfernung des ersten Hauptpunkts vom ersten Brennpunkt ist die erste Hauptweite, die des zweiten Brennpunktes vom zweiten Hauptpunkt die zweite. Sie ›sitiv gerechnet, wenn der erste Hauptpunkt im Sinne der Fortbewegung des Lichtes lem ersten Brennpunkte liegt. Umgekehrt ist positiv bei der zweiten Brennweite. ›eistehender Figur (214) sei *AB* die Axe eines centrirten Systems, von *A* kommt das

Fig. 214.

ıer; f_1 ist der erste, f_2 der zweite Brennpunkt, h_1 der erste und h_2 der zweite tpunkt, k_1 der erste, k_2 der zweite Knotenpunkt, so ist $f_1\,h_1$ die erste (po-:) Hauptbrennweite. Dagegen $f_2\,h_2$ als die Entfernung des zweiten ıpunkts vom zweiten Hauptpunkt ist die zweite Hauptbrennweite, gerechnet, wenn, wie in der Figur, der Brennpunkt hinter dem Hauptpunkte liegt.

· näheren Bestimmung giebt Helmholtz noch folgende Gleichungen, die sich aus den gegebenen Definitionen ergeben:

Die Entfernung des ersten Knotenpunkts vom ersten Brennpunkt ist gleich der zweiten ›rennweite, umgekehrt die des zweiten Knotenpunkts vom zweiten Brennpunkt gleich sten Hauptbrennweite. Also

$$\left.\begin{array}{l} f_1\,k_1 = f_2\,h_2 \\ f_1\,h_1 = f_2\,k_2 \end{array}\right\} \qquad \alpha.)$$

Daraus folgt, dass der Abstand der gleichnamigen Haupt- und Knotenpunkte von ler gleich dem Unterschiede der beiden Brennweiten ist:

$$k_1\,h_1 = k_2\,h_2 = f_2\,h_2 - f_1\,h_1 \} \qquad \beta.)$$

3) und dass ausserdem der Abstand der beiden Knotenpunkte von einander dem Abstand der beiden Hauptpunkte von einander:

$$h_1 h_2 = k_1 k_2 \} \ldots\ldots\ldots\ldots$$

Endlich verhalten sich die beiden Hauptbrennweiten zu einander wie die Brec hältnisse des ersten und letzten Mittels:

$$\left.\frac{f_1 h_1}{n_1} = \frac{f_2 h_2}{n_2}\right\} \ldots\ldots\ldots\ldots$$

Ist also das letzte Mittel dem ersten gleichartig ($n_1 = n_2$), wie es bei den m schen Instrumenten, nicht aber beim Auge der Fall ist, so sind die beiden Hauptbr gleich, und es fallen die gleichnamigen Haupt- und Knotenpunkte zusammen nach G

Die **ersten** Brenn- und Hauptpunkte und Knotenpunkte beziehen sich nach d nen Definitionen stets auf den Gang der Strahlen im **ersten** Medium, die zw den Gang im **letzten** Medium.

Beispiele.

Um den Gang der Lichtstrahlen in einem centrirten System anschaulich z giebt Helmholtz die unten stehenden Beispiele, zu deren Verständniss wir uns, an Gesagten, an Folgendes zu erinnern haben.

Lichtstrahlen, welche von einem Punkte der ersten **Brennebene** ausgeg sind nach der Brechung unter einander parallel, und da nach der Definition d punkte der vom leuchtenden Punkt nach dem ersten Knotenpunkt gerichtete S der Brechung seiner ursprünglichen Richtung parallel sein soll, so müssen alle St von einem leuchtenden Punkt in der ersten Brennebene ausgegangen sind, jen nach der Brechung parallel sein. Strahlen, welche im ersten Mittel unter einand sind, vereinigen sich, wie wir wissen, in einem Punkt der zweiten Brennebe derjenige von den parallelen Strahlen, welcher durch den ersten Knotenpunkt der Brechung vom zweiten Knotenpunkte aus seiner früheren Richtung parallel w so muss der Vereinigungspunkt der parallelen Strahlen da liegen, wo dieser letz die zweite Brennebene schneidet.

Diese Regeln genügen, um in jedem Falle, wenn der Weg eines Strahls im erst gegeben ist, seinen Weg nach der letzten Brechung zu finden, und wenn ein le Punkt im ersten Medium gegeben ist, den Ort seines Bildes nach der letzten Br bestimmen (Fig. 215).

Fig. 215.

Ite Aufgabe. Es sei *ab* die Richtung eines Strahls im ersten M man soll seinen Weg im letzten Medium finden.

Es sei *a* der Punkt, wo er die erste Brennebene, *b* der Punkt, wo er die erste H schneidet, (wobei im Allgemeinen die beiden Punkte *a* und *b* nicht in einer Eben Axe des Systemes *AB* liegen werden).

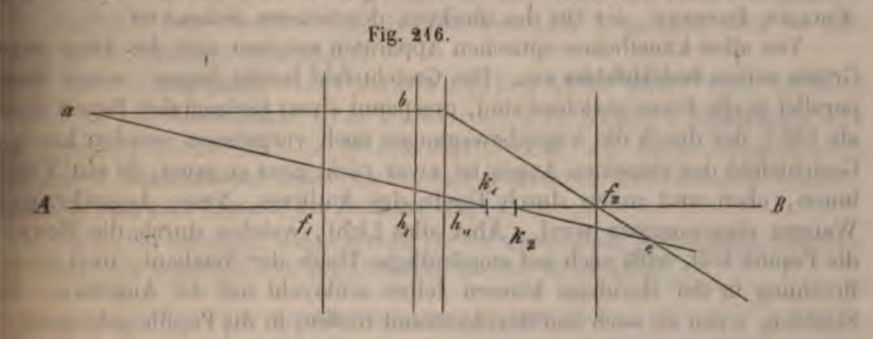
Das Bild des Punktes *b* liegt in der zweiten Hauptebene, da die eine Haupte Bild der andern ist; und da ferner in diesem Falle (bei den Hauptebenen) das eine

…n gleich und gleichgerichtet sein soll, so liegt das Bild des Punktes b der ersten Haupt-…e in c, dem Fusspunkt des von b auf die zweite Hauptebene gefällten Lothes bc. Jeder …strahl, der von b ausgeht oder durch b hindurchgeht, muss also nach der Brechung …h c gehen, als dem Bild von b; so auch die Fortsetzung des Strahles ab. …weitens geht der Strahl ab durch den Punkt a der ersten Brennebene. Jeder Strahl, …her von einem Punkte der ersten Brennebene ausgeht, ist nach den oben gegebenen …n nach der Brechung parallel dem Strahle, welcher von jenem Punkte a nach dem …n Knotenpunkte geht. Also muss der Strahl ab nach der Brechung durch c gehen und …lel ak_1 sein. Man ziehe cd parallel ak_1, so ist cd der gebrochene Strahl. Die Fig. 215 …t noch eine zweite Auflösung an.

…te Aufgabe. Es sei a ein leuchtender Punkt; es soll sein Bild gefun-…werden.

…an braucht nur zwei Strahlen von a aus auf die erste Hauptebene zu ziehen, und deren …nach der Brechung zu konstruiren. Wo sie sich schneiden, liegt das Bild von a. Wenn a …erhalb der Axe liegt, so ist es am bequemsten, zur Konstruktion den mit der Axe …lelen Strahl ab und den nach dem ersten Knotenpunkte gehenden ak_1 zu benützen. …n c der Punkt ist, wo der erste Strahl die zweite Hauptebene schneidet (der Punkt c …uf der zweiten Hauptebene nicht bezeichnet), so ziehe man die Linie cf_2 und verlängere …inreichend, bis sie die durch k_2 parallel mit ak_1 gelegte Linie in e schneidet. Der …es Bildes ist e. Dass der Strahl ab nach der Brechung längs ce und ak_1 längs k_2e geht, …ebt sich aus der ersten Aufgabe und den Definitionen. Liegt der Punkt a in der Axe, so …einer seiner Strahlen in der Axe selbst ungebrochen fort. Man braucht dann nur irgend …n anderen Strahl zu konstruiren, der ausserhalb der Axe verläuft. Wo letzterer nach …Brechung die Axe wieder schneidet, ist der Ort des Bildes (Fig 216).

Fig. 216.



…Die mathematischen Nachweise sind in HELMHOLTZ' Handbuch der physiologischen Optik …hzusehen. Ein Auszug aus HELMHOLTZ' Darstellung des Ganges der Lichtstrahlen in …trirten optischen Systemen findet sich in dem Lehrbuch der Physiologie von C. LUDWIG.

Strahlenbrechung im Auge.

…In Bau und Strahlenbrechung entspricht das Auge im Allgemeinen einer …era obscura. Bei dieser entwirft ein optischer Sammelapparat auf einem auf-…enden Schirme verkleinerte, umgekehrte Bilder von Gegenständen, deren … auf die brechenden Flächen auftreffen. Das Gleiche leistet der licht-…le Apparat des Auges, die Netzhaut ist der auffangende Schirm, auf wel-…lle Bilder der Objekte, welche ihre Strahlen in das Auge senden, ver-…und verkehrt entworfen werden.

die Beobachtung des Netzhautbildchens in ein neues Stadium.

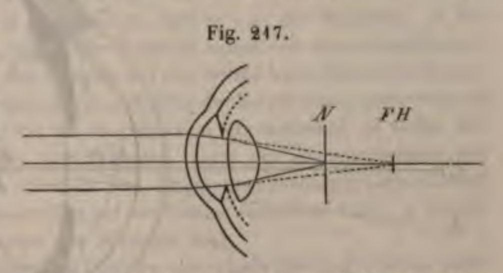
Man findet, dass nur diejenigen Objekte, deren Bilder auf
der Netzhaut zu liegen kommen, scharf gezeichnet erscheine
der Netzhaut zu verringert sich die objektive Deutlichkeit
entspricht diese objektive Beobachtung den subjektiven Wah
gelben Fleck ist die Sehschärfe am bedeutendsten, sie nimmt
der Netzhaut zu sehr rasch ab, und zwar noch rascher als di
der Zeichnung des Netzhautbildchens, wodurch eine Abnahme de
lichkeit gegen die Randtheile zu erwiesen wird. Mit dem Auge
gestützt auf diese Beobachtungen, direkt nachweisen, dass die
des gelben Fleckes, die sich durch einen eigenthümlichen Ref
(Coccius, Donders), der Ort des direkten, deutlichsten Sehens

Von allen künstlichen optischen Apparaten zeichnet sich
Grösse seines **Gesichtsfeldes** aus. Das Gesichtsfeld beider Auge
parallel in die Ferne gerichtet sind, umspannt einen horizontal
als 180°, der durch die Augenbewegungen noch vergrössert
Gesichtsfeld des einzelnen Auges ist zwar nicht ganz so gross
innen, oben und unten durch Theile des Antlitzes, Nase,
Wangen eingenommen wird. Aber alles Licht, welches dur
die Pupille fällt, trifft noch auf empfindliche Theile der Netzha
Brechung in der Hornhaut können selbst senkrecht auf die
Strahlen, wenn sie noch den Hornhautrand treffen, in die Pupil
das Gesichtsfeld auch jedes einzelnen Auges, abgesehen von de
schränkung etwa einer halben Kugel entspricht. Aus dem
bildchen Gesagten ergiebt sich, dass gleichzeitig doch immer
Fleck entsprechende Partie dieses grossen Gesichtsfeldes scha
kann. Das Gesammtbild entspricht einer Zeichnung, in welc
tigste sorgfältig ausgeführt, der übrige Theil aber nur skizzirt ist
ter vom Hauptgegenstand ab, um so weniger sorgfältig. Ein

r verschiedenen Linsenschichten findet eine Brechung im Innern der da die Linsenschichten ihrer verschiedenen Dichtigkeit wegen auch denes Lichtbrechungsvermögen besitzen. Parallele Lichtstrahlen wer- Hornhaut so gebrochen, dass sie, ungestört weiter gehend, etwa 10 der Netzhaut zur Vereinigung kommen würden. Sie treffen aber nach ritt durch die Hornhaut schon stark konvergirend auf die Linse, welche enz derselben soweit steigert, dass der Vereinigungspunkt der Strahlen zhaut trifft (Fig. 217).

ttelpunkte der einzelnen brechenden Flächen der meisten menschlichen hen so wenig von der Augenaxe ab, dass wir das Auge unbedenklich trirtes optisches System dürfen. Die Augenaxe, ses Systems centrirter op- ichen verläuft vom utmittelpunkt zu ınkt **zwischen** gelbem d Sehnerveneintritt. deutenden individuellen gen unterliegt nach dem rgebniss der Messungen **r optischen Kardinalpunkte** s, sie erleiden auch noch bei dem Fern- und Nahsehen eine Aende- er ihre Lage im normalen, fernsehenden Auge kann man im All- oviel aussagen (Helmholtz):

Fig. 217.



N Netzhaut, *F H* der hintere Brennpunkt der Hornhaut.

rste **Hauptpunkt** liegt dem zweiten sehr nah, also ebenso erste **Knotenpunkt** dem zweiten. Die beiden **Hauptpunkte** des egen etwa in der Mitte der vorderen Augenkammern, en **Knotenpunkte** sehr nahe der hinteren Fläche der Linse, **Brennpunkt liegt auf der Netzhaut** (Fig. 218).

veck der Rechnung wählte Listing für ein **schematisches, mittleres Auge** möglichst e, den Messungen sich anschliessende Werthe. Er nimmt an:

vermögen	1. Brechungsvermögen der Luft	1
	2. ,, ,, wässrigen Feuchtigkeit	$^{103}/_{77}$
	3. ,, ,, Linse	$^{16}/_{11}$
	4. ,, ,, Glaskörper	$^{103}/_{77}$
shalbmesser	5. Krümmungshalbmesser der Hornhaut	8 Mm.
	6. ,, ,, vorderen Linsenfläche	10
	7. ,, ,, hinteren Linsenfläche	6
	8. Entfernung der vorderen Hornhautfläche und vorderen Linsenfläche	4
	9. Dicke der Linse	4

chnete aus diesen Annahmen:

erste Brennpunkt liegt 12,832 Mm. von der Hornhaut, der zweite Brenn- ,6470 Mm. hinter der Hinterfläche der Linse.

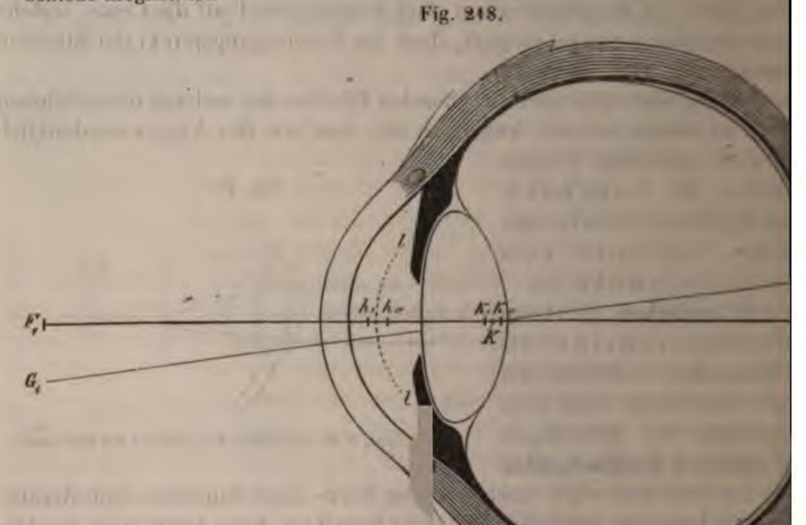
erste Hauptpunkt liegt 2,1746 Mm., der zweite 2,5724 Mm. hinter der Vor- ler Hornhaut, ihr gegenseitiger Abstand beträgt: 0,3978 Mm.

erste Knotenpunkt liegt 0,7580 Mm., der zweite 0,3602 Mm. von der Hin- er Linse.

4. Die erste **Hauptbrennweite** des Auges beträgt hienach 15,0072 Mm.
20,0746 Mm.

In der nebenstehenden Figur 218 ist die Lage der Hauptpunkte $h, h_{\prime\prime}$, Knoten
Brennpunkte F, F_2 nach LISTING verzeichnet. Das LISTING'sche Schema stimmt
türlichen Verhältnissen so gut überein, als es bei der grossen Breite der individ
schiede möglich ist.

Fig. 218.



Da die Haupt- und Knotenpunkte sehr nahe zusammen liegen, so kann m
stimmung des Ganges der Lichtstrahlen, ohne erhebliche Beeinträchtigung de
die beiden Haupt- und Knotenpunkte je in einen Punkt zusammenziehen.
dieses noch mehr vereinfachte Augenschema: das **reducirte Auge.** Der einfach
dieses reducirten Auges liegt 2,3448 Mm. hinter der Vorderfläche der Hornhaut
punkt K 0,4764 Mm. von der hinteren Linsenfläche, die Brennpunkte bleiben
verändert. Die Wirkung des reducirten Auges würde der einer brechenden K
entsprechen, deren Mittelpunkt der Knotenpunkt K ist, und deren Scheitel
dachten Hauptpunkt liegt, vor ihr befindet sich Luft, hinter ihr wässrige Feu
Glaskörpersubstanz. Der Krümmungshalbmesser einer solchen Kugelfläche b
auf 5,1284 Mm. Viele theoretische Betrachtungen, bei denen es nur auf Gr
der Bilder ankommt, werden durch Anwendung des reducirten Schemas sehr

Wenn man, wie sehr häufig, weiss, dass scharfe Bilder auf der Netzhaut en
den, wenn es also nur darauf ankommt, den Ort des Bildes zu bestimmen, gen
niss der Knotenpunkte. Nimmt man dazu der Einfachheit wegen nur einen
an, **so findet man das Bild, wenn man vom Objekt eine ge
durch den Knotenpunkt zur Netzhaut zieht;** wo er die Netzhaut
Ort des Bildes. Man nennt jede solche gerade Linie **Richtungslinie des Sehens** u
den einfach gedachten Knotenpunkt als **Kreuzungspunkt der Richtungslinien.**
Hornhaut und das hinter der Linse liegende Stück einer solchen Linie entsp
dem wahren Weg des durch die Richtungslinie repräsentirten Lichtstrahles, de
Richtungsstrahl nennt; nur zwischen der vorderen Hornhautfläche und der hin
fläche fällt, wie sich aus dem Obigen ergiebt, der Richtungsstrahl nicht nothwe
Richtungslinie zusammen.

n bezeichnet den Richtungsstrahl, welcher die Stelle des direkten Sehens trifft, als slinie. Die Augenaxe, deren Ende nach dem Obigen nicht auf die Netzhautgrube und die Gesichtslinie sind in ihrer Lage also nicht identisch. Vor dem Auge t die Gesichtslinie nach innen und meist etwas nach oben von dem Auge ab, da die autgrube nach aussen und meist etwas nach unten von der Augenaxe liegt. In der ist $G_1 G_2$ = Gesichtslinie, $F_1 F_2$ = Axe. Die obere Seite der Figur ist die Schläfenseite, tere die Nasenseite.

rstreuungsbilder auf der Netzhaut. Von einem Punkte ausgehendes Licht bildet, wenn es die Pupille hindurchgetreten ist, im Auge einen Lichtkegel, dessen Basis in der e liegt. Die Kegelbasis hat, wie der Augenschein ergiebt, die Gestalt der Pupille, ist eim Menschen normal kreisrund. Der Kreuzungspunkt der Lichtstrahlen bildet die des Kegels, er ist gegen die Netzhaut zugewendet; fällt er vor der Netzhaut, so di- en von ihm aus die Strahlen wieder, sodass die Netzhaut selbst von einem kegelförmi- chtbüschel getroffen wird. Das Bild des Punktes auf der Retina kann dann kein leuch- Punkt sein, sondern er ist eine der grösseren Ausdehnung der Beleuchtung entsprechend hwächere, leuchtende Kreisscheibe, mit um so grösserem Durchmesser, je weiter vor etina der Kreuzungspunkt der Strahlen sich befindet. Liegt der Kreuzungspunkt der en hinter der Retina, so wird diese ebenfalls von einem kegelförmigen Lichtbüschel fen, das sich als um so grössere Kreisscheibe auf der Retina darstellen wird, je weiter eale Kreuzungspunkt der Strahlen hinter der Netzhaut liegt.

ne solche von dem Lichte eines leuchtenden Punktes ausserhalb des Auges beleuchtete scheibe der Netzhaut nennt man Zerstreuungskreis, Zerstreuungsbild. Die Kreis- kann durch eine Veränderung der Pupillarform verändert werden. Feinste Lichtlinien, e wir aus einer Reihe von Lichtpunkten bestehend ansehen können, werden dadurch, sich von jedem dieser Punkte ein Zerstreuungskreis bildet, welche Zerstreungskreise heilweise decken, zu einem breiteren, lichtschwächeren, oben und unten abgerundeten streifen. Aus demselben Grunde bleibt bei gleichmässig hellen Flächen im Zerstreu- bilde die Mitte, wo sich die Zerstreuungskreise der Lichtpunkte vollkommen decken, gleicher Lichtstärke wie das scharfe Bild, nur die Ränder erscheinen verwaschen und chwach.

Akkommodation.

egriff der Akkommodation. Nur diejenigen Objekte können deutlich gesehen n, welche ein scharf gezeichnetes Bild auf der percipirenden Fläche der ut entwerfen. Die Vereinigung homocentrischer Strahlen durch Brechung gelig gekrümmten Flächen, wie z. B. in der Camera obscura oder in dem findet, wie wir sahen, je nach dem Abstande des leuchtenden Punktes von echenden Flächen in verschiedenen Entfernungen hinter denselben statt. m auffangenden Schirme der Camera obscura erscheinen daher je nach der nung desselben von der Sammellinse nur Objekte deutlich, welche in bestimm- fernung von dem Instrumente abstehen, während andere Objekte, in anderer nung stehend, mehr oder weniger undeutlich verwaschene Zerstreuungs- darstellen. Die gleiche Erscheinung zeigt sich im Auge. Wir können mit ugenspiegel direkt beobachten, dass, wenn entfernte Gegenstände deutliche utbilder entwerfen, gleichzeitig dem Auge nah gelegene Objekte im Bilde h oder gar nicht erscheinen, und umgekehrt.

ler Camera obscura können wir willkürlich, indem wir die Entfernung ngenden Schirmes und der brechenden Linse verändern, bald von nahen, von ferneren Objekten uns scharfe Bilder entwerfen lassen. Dasselbe kann

dadurch erreicht werden, dass wir, unter Beibehaltung der gegebenen En
der brechenden Fläche von dem auffangendem Schirme, der ersteren eine
gewählte stärkere oder schwächere Krümmung geben, resp. in den Appa
ker oder schwächer brechende Linsen einsetzen, da Linsen von stärker
mung das optische Bild in geringerer Entfernung hinter sich entwerfen
mit schwächerer Krümmung.

Auch das Auge kann willkürlich durch Veränderung seiner
Konstanten, bald von näher, bald von ferner gelegenen Objekten sch
hautbilder entwerfen und dadurch bald diese, bald jene deutlich sehe
hier können wir mit dem Augenspiegel verfolgen, dass, wenn wir,
nahen Gegenstand fixiren, sein Bild scharf auf der Netzhaut und zw
Fovea centralis des gelben Flecks erscheint, während gleichzeitig entfer
jekte sich undeutlich abbilden; richten wir dann willkürlich unsere Fi
ein entfernteres Objekt, so verschwimmt das vorhin scharfe Bild des nah
während das des entfernteren deutlich und scharf hervortritt. Wir beme
subjektiv, dass, wenn wir, nach der Betrachtung eines entfernten Geg
unsere Fixation auf ein dem Auge näher gelegenes Objekt wenden,
änderung des Fixationspunktes mit dem Gefühl einer gewissen Anstre
folgt, welches steigt mit der Annäherung des fixirten Objektes an das A
lich sind wir, von einem gewissen Punkte an, nicht mehr im Stande,
sehen. Das Gefühl der Anstrengung fehlt, wenn wir von nahen Geg
ausgehend unsere Betrachtung entfernten zuwenden.

Diese mit einer gewissen Anstrengung vor sich geh
kürliche Veränderung des Auges, um bald nahe, bald e
Gegenstände deutlich zu sehen, d. h. scharf auf der
abzubilden, bezeichnet man als **Akkommodation** des Auges
Entfernung des Objekts.

Die Entfernungen, zwischen welchen die Akkommodation möglich
liegen sehr bedeutenden individuellen Schwankungen. Den dem A
gelegenen Punkt, für welchen noch scharf akkommodirt werden kann,
man als Nahpunkt, den entferntesten als Fernpunkt des Auges
Akkommodation. Bei normalen Augen (cf. unten) pflegt der Nahpunkt
Zoll Entfernung vor dem Auge zu liegen, der Fernpunkt in sehr grosser
licher Entfernung.

Von der Willkür der Akkommodation und davon, dass Gegenstände in verschi
fernung vom Auge nicht gleichzeitig deutlich erscheinen, kann man sich leich
Versuch überzeugen. Hält man vor ein normalsichtiges oder durch eine Brille
Auge, in etwa 6 Zoll Entfernung, während das andere Auge geschlossen ist,
sichtigen Schleier oder ein Drahtnetz, und hinter diesem in grösserer Entfernu
cher aber die Buchstaben noch deutlich erscheinen (etwa 2 Fuss) ein offenes Bu
man, ohne die Richtung des Auges zu verändern, willkürlich bald die Buchstaben
bald die Fäden des Gewebes deutlich sehen. Die Buchstaben sind undeutlich, w
die Fäden des Schleiers deutlich sieht; fixirt man dagegen die Buchstaben, so er
Schleier nur als eine leicht, gleichmässige Verdunkelung des Gesichtsfeldes. H
achtet man auch gut das subjektive Gefühl der Akkomodationsanstrengung.

Akkommodationslinie. Die Angabe, dass wir verschieden entfernte Objekte ni
zeitig deutlich sehen können, bedarf einer Einschränkung. Für sehr ferne Objekte
die Entfernung des Objektes sehr beträchtlich ändern, ohne dass die Entfe

chen Bildes von den Hauptpunkten des Auges eine merklich verschiedene wird. Ist ein für unendliche Entfernung akkommodirt, so sind die Zerstreuungskreise auch für Obbis zu etwa 12 Meter Entfernung vom Auge immer noch so klein, dass sie keine merk-Undeutlichkeit des Bildes bedingen. Anders ist es, wenn das Auge für einen nahen nstand akkommodirt ist, dann erscheinen Gegenstände schon in sehr kleinen Abständen der hinter jenem schon undeutlich. J. CZERMAK hat den Abschnitt der Gesichtslinie, elchem die bei einem gegebenen Akkommodationszustande des Auges ohne merkliche ntlichkeit erscheinenden Objekte liegen, als Akkommodationslinie bezeichnet. kkommodationslinie ist um so länger, je grösser der Abstand der gleichzeitig geen Objekte vom Auge ist, sie wird für einen unendlich grossen Abstand unendlich . Man kann sich davon schon durch einen Blick in eine ferne Landschaft überzeugen. HOLTZ räth, eine Nadel etwa 1—2 Zoll vor einer bedruckten Papierfläche aufzustellen. t man die Nadel in der Nähe, so erscheinen die dahinter stehenden Buchstaben unich, sie nehmen bei fortgesetztem Betrachten der Nadel an Deutlichkeit zu, je weiter das Auge von Nadel und Papier entfernt (cf. unten Optometer).

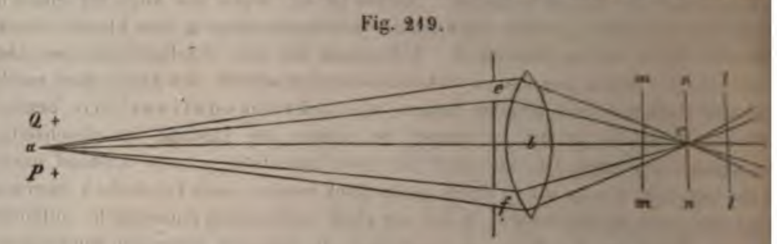
isiren. Die Möglichkeit zu visiren beruht darauf, dass die Zerstreuungskreise ferner nstände sehr klein sind, wenn das Auge für andere ferne Gegenstände akkommodirt ist, önnen daher erkennen, ob verschieden entfernte Punkte an einer Stelle des Gesichts-s liegen. Streng genommen erscheint nur immer einer der beim Visiren betrachteten te scharf, die anderen in grösseren oder kleineren Zerstreuungskreisen. Wir nehmen eine genaue Deckung zweier Punkte an, wenn der deutlich gesehene in der Mitte des reuungsbildes des andern liegt. Die Linie, welche wir durch zwei sich deckende te ziehen können, heisst Visirlinie. Die Visirlinien kreuzen sich in einem Punkte uges, dem Kreuzungspunkt der Visirlinien, es ist das der Mittelpunkt des von Hornhaut entworfenen Bildes der Pupille.

er SCHEINER'sche Versuch dient zur Erklärung der hier obwaltenden Verhältnisse. Sticht durch ein Kartenblatt mit einer Nadel zwei Löcher, deren Entfernung von einander ger ist als der Durchmesser der Pupille und fixirt nun durch die beiden Löcher, z. B. Nadel, die man vor den hellen Hintergrund des Fensters hält (und zwar vertikal, wenn öcher des Kartenblattes horizontal neben einander liegen und umgekehrt), so erscheint adel einfach, fixirt man dagegen einen näheren oder ferneren Gegenstand, so erscheint ppelt. Verdeckt man die eine Oeffnung des Kartenblatts, so wird in dem Falle, dass adel einfach ist, nur das Gesichtsfeld etwas dunkler. Sieht man hingegen die Nadel elt, so verschwindet bei dem Verschliessen des einen Loches das eine der Doppelbilund zwar verschwindet, wenn man ein ferneres Objekt als die Nadel fixirt, das e Bild der Nadel beim Verschliessen des rechten Loches, hat man aber das Auge n näheres Objekt akkommodirt, so verschwindet das rechte Bild beim Verschliessen echten Loches e. v. v. Der Versuch gelingt am leichtesten, wenn man zwei Nadeln r einander vor einem hellen Hintergrund aufstellt, die eine etwa in 6 Zoll, die andere in s Entfernung, die eine horizontal, die andere vertikal. Fixirt man nun die eine, so heinen die Doppelbilder der andern. Man muss dabei die Löcher des Kartenblattes quer n die Richtung der Nadel stellen, welche doppelt erscheinen soll. Macht man 3 Löcher n Kartenblatt, alle drei nahe genug an einander, um gleichzeitig vor die Pupille gebracht len zu können, so erscheinen entsprechend 3 Bilder der Nadel.

Man kann zur Erklärung dieser Versuche ganz entsprechende Beobachtungen an Glasen anstellen (Fig. 219). Es sei in der Figur *b* eine Sammellinse, vor welcher ein dunkler irm mit zwei Oeffnungen, *e* und *f*, angebracht ist; *a* sei ein leuchtender Punkt und *c* der einigungspunkt für seine Strahlen hinter der Linse. Es werden sich also alle Strahlen beiden Strahlenbündel, welche durch die beiden Oeffnungen des Schirmes *e* und *f* gehen, Punkte *c* schneiden, und ein auffangender Schirm, welcher in *c* aufgestellt ist, wird nur e helle Stelle als Bild des Lichtes zeigen; steht der Schirm dagegen vor dem Vereinigspunkte in *mm*, oder hinter ihm in *ll*, so wird er die den beiden Oeffnungen entspre-

chenden Strahlenbündel gesondert auffangen und zwei helle Stellen zeigen. Denkt man an Stelle der Glaslinse die brechenden Medien des Auges, statt des Schirms die Retina, ergiebt sich analog, dass nur ein Punkt der Retina vom Licht getroffen wird, wenn

Fig. 219.



Fläche durch den Vereinigungspunkt der Strahlen geht, zwei Punkte dagegen, wenn die Netzhaut vor oder hinter dem Vereinigungspunkt der Strahlen befindet. Die des Schirmes in *mm* entspricht dem Falle, wo das Auge für einen ferneren, die in für einen näheren Gegenstand akkommodirt ist. Es zeigt sich nur ein scheinbarer spruch. Verdeckt man in dem Versuch mit der Glaslinse die obere Oeffnung *e* des brochenen Schirmes, so verschwindet bei der Stellung des Schirmes in *m* das gleiche obere Bild, während bei dem fernsehenden Auge das entgegengesetzte Bild verschwindet. Bei der Stellung des Schirmes in *l* verschwindet umgekehrt bei der Glaslinse das entgegengesetzte, in dem noch sehenden Auge dagegen das gleichseitige Bild. Der scheinbare spruch rührt daher, dass die Netzhautbilder stets umgekehrt sind, es entspricht tiefer liegenden lichten Gegenstande im Gesichtsfelde ein höher stehendes Bild auf der Wird also die bei *m* stehende Netzhaut an zwei Stellen vom Licht getroffen, so schl Sehende von dem oberen Punkte auf einen im Gesichtsfeld unterhalb des wirklich leu Punktes bei *P* liegenden Gegenstand, und aus dem unteren Punkte auf einen oberha liegenden. Wird die Oeffnung *e* verdeckt, so verschwindet demnach der obere bei auf der Netzhaut, und der Experimentirende glaubt deshalb den Gegenstand *P* we den zu sehen, welcher der verdeckten Oeffnung entgegengesetzt ist. In analoger W sich der scheinbare Widerspruch beim Fixiren eines nahen Gegenstandes (Helmh

Wirkung eines engen Diaphragma. Die Akkommodation kann durch künstliche Ver der Pupille unterstützt werden. Bringt man einen Schirm mit enger Oeffnung vor d so kann man nun Gegenstände deutlich sehen, für welche man das Auge nicht ak diren kann. Die Grundfläche des in das Auge eindringenden Strahlenkegels ist d Oeffnung entsprechend kleiner, und im gleichen Verhältnisse alle seine anderen Quer also auch der Zerstreuungskreis auf der Netzhaut. Ebenso wirkt erklärlich eine rung der Pupille selbst.

Mechanismus der Akkommodation. Bei der Akkommodation treten ein von Veränderungen im Auge ein, auf denen die Fähigkeit des Auges, sein Brechungsvermögen verschiedenen Entfernungen anzupassen, beruht. Im W lichen gipfeln diese Veränderungen in einer Veränderung der Li krümmung, womit das Gesammtbrechungevermögen des Auges steigt u und daher in das Auge einfallende homocentrische Strahlen näher oder hinter der Linse zur Vereinigung kommen. Die Netzhaut, welche dem auf den Schirme in der Camera obscura entspricht, braucht dabei ihren Absta den brechenden Flächen nicht zu verändern, da sich der Entfernung der Objekte die Linsenkrümmung, in den oben angegebenen Grenzen, so wei passen vermag, dass scharf gezeichnete Bilder auf der Netzhaut entworfen w

Folgende Veränderungen treten im Auge bei der Akkommodation für d ein (Helmholtz):

Die Pupille verengert sich bei der Akkommodation für die
erweitert sich bei der für die Ferne.

ese Veränderung ist, da sie leicht zu beobachten ist, am längsten bekannt. Man be- sie an jedem Auge, welches man abwechselnd einen nahen und einen in derselben ung fern liegenden Gegenstand betrachten lässt, wenn die Pupille nur nicht durch ein arkes Licht dauernd verengt wird. Der Erfolg ist S. 744 angegeben.

Der Pupillarrand der Iris und die Mitte der vorderen Lin-
äche verschieben sich bei eintretender Akkommodation
ie Nähe etwas nach vorn.

m dies zu beobachten, wähle man nach HELMHOLTZ einen scharf bestimmten fernen ionspunkt und stelle als nähern eine Nadelspitze hin. Der Beobachtete schliesst das Auge und bringt das andere in eine solche Stellung, dass die Nadelspitze ihm den fer- Fixationspunkt genau deckt. Das Auge darf diese Stellung nicht verlassen und nicht auf ch liegende Gegenstände abschweifen, weil es bei diesem Versuche wesentlich darauf mmt, dass die Richtung des Auges nicht verändert wird. Der Beobachter stelle sich so, er die Hornhaut des beobachteten Auges von der Seite und etwas von hinten sieht, lass er die schwarze Pupille dieses Auges etwa noch zur Hälfte vor dem Hornhautrande clerotica hervorragen sieht, so lange das beobachtete Auge in die Ferne blickt. Nun er den näheren Gegenstand, die Nadelspitze, fixiren; sogleich wird er bemerken, dass chwarze Oval der Pupille und auch ein Theil des ihm zugekehrten Irisrandes vor der otica sichtbar werden. Dass die vordere Linsenfläche stets dicht hinter der Pupille t, also mit ihr vorrückt, ist oben erwiesen.

Die vordere Fläche der Krystalllinse wird gewölbter beim
sehen, flacher beim Sehen in die Ferne.

lan kann das an der Grössenveränderung der sogenannten SANSON'schen Bildchen, der drei Spiegelbildchen eines Lichtes im Auge beobachten, von welchen das erste der Hornhaut, das zweite von der Vorderfläche der Linse, das dritte von der Hinter- e der Linse gespiegelt werden. Ein konvexer Spiegel giebt, wie wir wissen (S. 712), sonst gleichen Umständen desto kleinere Bilder, je kleiner sein Radius ist; wenn sich der spiegelnden Flächen des Auges bei dem Sehen in der Nähe stärker krümmt, so ihr Spiegelbildchen kleiner werden. Man kann eine Grössenabnahme an dem verwa- sen und lichtschwachen Spiegelbilde der Vorderfläche der Linse deutlich beobachten, man in einem dunklen Zimmer eine stark leuchtende Lampenflamme in das Auge lässt. HELMHOLTZ räth zu dieser Beobachtung nicht eine, sondern zwei etwa gleich- Lichtquellen ihre Bilder im Auge entwerfen zu lassen, am einfachsten so, dass man zwei über einander stehende Löcher eines Schirmes je ein Licht scheinen lässt. Jede rei genannten Augenflächen reflektirt dann zwei helle Bilder, und man sieht leicht und ich, wie die der vorderen Linsenfläche angehörigen sich verkleinern und einander rn, wenn das Auge in die Nähe, auseinander treten, wenn es in die Ferne sieht (Fig. 220). iese Verkleinerung rührt nicht etwa nur von dem Nachvornerücken der Linsenfläche welche freilich das Bildchen auch etwas verkleinert. Der Rechnung nach kann die Ver- erung aus dieser Ursache nur äusserst unbedeutend sein im Vergleich mit der wirklich achteten.

Es ist weiter der Nachweis geführt, dass sich auch das Bildchen der ren Linsenfläche beim Nahesehen etwas verkleinert, wobei heinbare Ort der hinteren Linsenfläche nicht merklich verändert. Es nimmt also auch die Krümmung der hinteren Linsenfläche beim Nahe- zu, aber nur in geringem Grade.

Da die vordere Fläche der Linse vorrückt, die hintere aber dabei ihren Ort verlässt, so ergiebt sich, dass die Linse beim Nahesehen in der

Mitte dicker wird. Da dabei eine Volumensänderung nicht möglich ist, müssen wir daraus schliessen, **dass sich die Durchmesser ihrer Aequa-**

Fig. 220.



Reflexe zweier rechtwinkeliger Lichtpunkte (Löcher eines Schirmes). *I.* Beim Fernsehen. *II.* Beim Nahesehen. Die Reflexe entsprechen denen von einer Flamme.

Reflexe einer Flamme im Auge. *I.* Reflexe an der Hornhaut, *II.* an der vorderen Linsenfläche, aufrecht vergrössert, *III.* an der hinteren Linsenfläche, verkehrt verkleinert.

torialebene verkürzen, dass ihr Umfang kleiner wird, während ihr Dickendurchmesser zunimmt.

Durch die stärkere Wölbung der Linsenflächen bei der Akkommodation für die Nähe wird ihre Brennweite verkürzt; die Hauptpunkte verschieben sich gleichzeitig nach vorne, theils wegen des Vorrückens der vorderen Fläche der Linse, theils weil die vordere Fläche im Verhältniss zur hinteren sich stärker wölbt. **Dadurch werden die durch die Brechung an der Hornhaut schon konvergent auf die Linse fallenden Strahlen äusserer leuchtender Punkte früher zur Vereinigung gebracht, als dies in dem in die Ferne sehenden Auge der Fall ist. Die Grösse der Linsenveränderung reicht aus zur Erklärung der Akkommodationsbreite des lebenden Auges.**

Andere Veränderungen an den brechenden Theilen des Auges zum Zwecke der Akkommodation sind bisher am Auge nicht mit Sicherheit festgestellt worden. Man hat früher angenommen, dass die Hornhautkrümmung bei der Akkommodation sich ändere, die neuesten Messungen mit Hülfe des Ophthalmometers haben diese Meinung widerlegt.

Helmholtz bestimmte die Verschiebung des Pupillarrandes der Iris, d. h. der Vorderfläche der Linse, nach vorne beim Nahesehen in zwei Fällen. Auch die Krümmungshalbmesser der vorderen Linsenfläche bei Fern- und Nahesehen bestimmte er bei denselben Augen:

Auge.	Krümmungshalbmesser der vorderen Linsenfläche		Verschiebung der Pupille bei Akkommodation für die Nähe.
	fernsehend	nahsehend	
I.	11,9	8,6	0,36
II.	8,8	5,9	0,44

Die am Auge eintretenden Veränderungen der optischen Konstanten und Kardinalpunkte bei der Akkommodation für Ferne und Nähe stellt Helmholtz schematisch in folgender Tabelle zusammen, für ein schematisches Auge, das sich von dem Listing'schen schematischen nur dadurch unterscheidet, dass die Linsenfläche etwas nach vorne gerückt und die Linse dünner angenommen ist. Das Brechungsvermögen der gläsernen und wäss-

gkeit ist wie bei Listing $^{103}/_{77}$, das des Krystallinse $^{16}/_{11}$. Als Ort eines Punktes ist ntfernung von der vorderen Hornhautfläche angegeben.

	Akkommodation für die Ferne:	Nähe:
Angenommen:		
mungsradius der Hornhaut	8	8
,, ,, vorderen Linsenfläche	10	6,0
,, ,, hinteren Linsenfläche	6,0	5,5
er vorderen Linsenfläche	3,6	3,2
,, hinteren Linsenfläche	7,2	7,2
Berechnet:		
ere Brennweite der Hornhaut	23,692	23,692
re ,, ,, ,,	31,692	31,692
nweite der Linse	43,707	33,785
nd des vorderen Hauptpunkts der Linse von der vorderen Fläche	2,1073	1,9745
nd des hintern von der hintern	1,2644	1,8100
nd der beiden Hauptpunkte der Linse von einander	0,2283	0,2155
uges hintere Brennweite	19,875	17,756
,, vordere Brennweite	14,858	13,274
es vorderen Brennpunktes	12,918	11,241
,, ersten Hauptpunktes	1,9403	2,0330
,, zweiten Hauptpunktes	2,3563	2,4919
,, ersten Knotenpunktes	6,957	6,515
,, zweiten Knotenpunktes	7,373	6,974
,, hinteren Brennpunktes	22,231	20,248

mt man an, dass der Fernpunkt des schematischen Auges in unendlicher Ferne liegt, le die Netzhaut in der Axe des Auges 22,231 Mm. von der vorderen Hornhautfläche sein; bei der Akkommodation für die Nähe würde ein Gegenstand deutlich gesehen , welcher 118,85 Mm. vor dem vorderen Brennpunkte, oder 130,09 Mm. vor der ut liegt, was der Akkommodationsbreite eines normalen Auges gut entspricht.

Entdeckung Brücke's hat uns in dem Musculus ciliaris den Akkommo-smuskel kennen gelehrt, durch die Thätigkeit dieses Muskels treten die chen Akkommodationsveränderungen an der Linse des Auges ein. Cramer ders zeigten, dass man durch elektrische Reizung des Muskels, die man an nittenen Augen (junger Seehunde) von beiden Seiten der Hornhaut ein-ässt, die Akkomodationsänderungen im Auge künstlich hervorrufen kann. h dem oben Gesagten (S. 726) ist die Linse in dem Auge so befestigt, im ruhenden, fernsehenden Zustand des Auges durch das an ihren Rand e Ligamentum suspensorium lentis, die Zonula Zinnii gedehnt wird. Durch ung in den Aequatorialdurchmessern wird die Axe der Linse verkürzt, hen werden entsprechend abgeflacht. Durch Zug an der Zonula kann usgeschnittenen Augen sich von dieser Wirkung der Zonulaspannung leicht gen, und, wie schon erwähnt, wölbt sich die aus ihrer Befestigung gelöste ter der Wirkung ihrer eigenen Elasticität stärker. Die Wirkung der Kontrak-Ciliarmuskels besteht der Hauptsache nach in einer Verminderung der ung der Zonula und damit der Linse, wodurch unter der Wir-rer eigenen Elasticität sich die Linse stärker krümmt (Helmholtz). Die gsverminderung der Zonula kommt so zu Stande, dass durch die Kon-der meridionalen Fasern des Ciliarmuskels die Zonula nach vorne gegen

pische Augen (von $\check{\varepsilon}\mu\mu\varepsilon\tau\varrho o\varsigma$ = modum tenens) um der Vieldeutigkeit der ichnung normale oder normalsichtige Augen zu entgehen. Emmetropische en können an den mannichfaltigsten Fehlern leiden, sie brauchen durchaus immer normal zu sein. Ausser den parallelen Strahlen können emmetropische en vermöge der Akkommodation auch mehr oder weniger divergente Strahlen der Netzhaut vereinigen.

Augen, welche in der Ruhelage der Akkommodation für divergente Strahlen estellt sind, deren Fernpunkt also zwar vor ihnen, aber nicht in unendlicher ernung liegt, bezeichnet man als brachymetropische oder mit dem alten en als myopische, kurzsichtige Augen. Sie können auch mit Hülfe Akkommodation nur divergente Strahlen auf der Netzhaut zur Vereinigung gen.

Augen, welche in der Ruhe für konvergente Strahlen akkommodirt sind, sen hypermetropische, überweitsichtige Augen. Sie können mit e der Akkommodation ausser den konvergenten, auch parallele und selbst rgirende Strahlen auf der Netzhaut vereinigen.

Die brachymetropischen Augen können ohne Akkommodation und ohne Brille e Gegenstände scharf sehen, die hypermetropischen Augen müssen dagegen, usgesetzt dass sie sich keiner Brille bedienen, jedesmal, wenn sie ein reelles ekt betrachten wollen, eine Akkommodationsanstrengung machen. Dadurch den meist sehr störende Ermüdungserscheinungen des Auges herbeigeführt, man vor der Entdeckung der relativen Häufigkeit der zu Grunde liegenden aktionsanomalie durch Donders als Asthenopie bezeichnete, ein Leiden, dem Arzt früher fast hülflos gegenüber stand, und welches er jetzt so leicht wie zsichtigkeit durch ein passendes (konvexes) Brillenglas zu heben vermag.

Man glaubte annehmen zu dürfen, dass der Grund der Akkommodationseigen-mlichkeiten der Augen in verschiedener Krümmung der lichtbrechenden Flä-n des Auges beruhe. Donders konstatirte (S. 714), dass diesen Zuständen keine stanten Krümmungsverhältnisse der Hornhaut oder Linse entsprechen. Der nd der Abweichung liegt vielmehr in der verschiedenen Länge der genaxe, welche bei der brachymetropischen länger, bei der hypermetro-hen dagegen kürzer ist, als bei den emmetropischen Augen. Durch diese Ver-edenheit in der Länge der Augenaxe kommt bei den kurzsichtigen Augen Netzhaut bei der Ruhelage der Akkommodation hinter die Brennebene der chenden Augenmedien zu liegen, die Strahlen, welche von fernen leuchtenden kten ausgehen, schneiden sich also schon vor der Netzhaut, diese wird daher von einem Zerstreuungskreis, gebildet von den nach der Vereinigung wieder rgirenden Strahlen, getroffen. Ein solches Auge kann nur nähere Gegenstände en Bild hinter der Brennebene entworfen wird, ohne Brille genau wahrnehmen. gekehrt ist es bei den hypermetropischen Augen, bei denen die Netzhaut bei ngelnder Akkommodation vor der Brennebene des Auges zu stehen kommt. Bei em solchen Auge schneiden sich ohne Akkommodation schon die von unendlich fernten leuchtenden Objekten ausgehenden, parallelen Strahlen hinter der ut und entwerfen auf ihr, also noch konvergirend, ein Zerstreuungsbild; höherem Maasse gilt das Gesagte für divergente, von näher am Auge ge-n Objekten ausgehende Strahlen. Ohne Akkommodation können auf der aut hier nur konvergente Strahlen zur Vereinigung kommen, da nur von

nmaass, wozu man bisher den Brillennummern entsprechend, entweder r oder Preussische Zoll wählte.

So haben also gleiche Akkommodationsbreite von ein Sechstel $\left(\frac{1}{6}\right)$ 1) ein etropisches Auge, dessen Sehweite von 6 Zoll bis Unendlich geht $\frac{1}{6} - \frac{1}{\infty} = \frac{1}{6}$ myopisches, dessen Sehweite von 3—6 Zoll geht $\frac{1}{3} - \frac{1}{6} = \frac{1}{6}$. 3) ein hy-etropisches, dessen Sehweite von $+12$ bis -12 geht $\frac{1}{12} - \left(-\frac{1}{12}\right) = \frac{1}{6}$ rennweite der Konvexgläser wird negativ genommen.

Presbyopie. Die Grösse der Akkommodation $\left(\frac{1}{A}\right)$ nimmt mit zunehmendem kontinuirlich ab. Bei ganz oder nahezu emmetropischen Augen erfolgt dies hernd proportional den Jahren, sodass sie im 10. Jahre im Mittel $^{3}/_{8}$ beträgt, 5. Jahre Null wird. Verlust der Akkommodationsfähigkeit tritt im höheren nsalter regelmässig ein, für diesen Zustand reservirt Donders die ältere Be-nung Presbyopie. Im höheren Alter, etwa vom 50. Jahre an, rückt auch Fernpunkt des Auges etwas hinaus; so kommt es, dass im Alter, früher etropische Augen zu hypermetropischen, schwach myopische dagegen zu etropischen werden können.

Es scheint, dass diese allmähliche Verminderung der Akkommodationsbreite mit zuneh-ndem Alter davon abhängt, dass im Alter die Festigkeit der äusseren Schichten der Kry-llinse zunimmt, wodurch die Linse weniger nachgiebig wird.

Bei dem Sehen in die Nähe tritt gleichzeitig Konvergenz der Augenaxen ein. n hält unwillkührlich eine bestimmte Verbindung zwischen Konvergenz- und Akkommo-tionsanstrengung ein und akkommodirt daher für die Ferne leichter bei parallelen, für die he besser bei stark konvergenten Augenaxen.

Donders bezeichnet als: 1) absolute Akkommodationsbreite die, welche für Ferne bei parallelen, für die Nähe bei konvergenten Gesichtslinien gemessen wurde. bemerken ist dabei, dass dann der Nahpunkt der Akkommodation ferner liegt als der nvergenzpunkt der Gesichtslinien. Diese absolute Akkommodationsbreite bestimmte Don-rs bei einem 15jährigen emmetropischen Auge nach der obigen Berechnungsweise zu $\frac{1}{69}$. 2) Steigert man die Konvergenz nicht weiter als zur Fixirung des Punktes, für den man kommodirt, nöthig ist, so erscheint die Akkommodationsbreite etwas geringer: binolare Akkommodationsbreite. Für das obige Auge betrug sie $\frac{1}{3,9}$. 3) Die lative Akkommodationsbreite für einen gegebenen Grad der Konvergenz war i demselben Auge bei parallelen Gesichtslinien nur gleich $\frac{1}{11}$, sie erreichte bei einer Kon-rgenz von 11^0 ihr Maximum von $\frac{1}{5,76}$, hielt sich dann bei steigender Konvergenz ziem-ch unverändert, so dass sie bei 23^0 noch $\frac{1}{6,4}$ beträgt, bei der Stellung des binokularen ahpunkts, bei 38^0 Konvergenz, war sie $\frac{1}{9}$, in der Stellung des absoluten Nah-ts, bei 73^0 Konvergenz wurde sie zu 0. Für (feinere) ärztliche Zwecke sind estimmte Grade der Konvergenz für die Vergleichung der Akkommodation zu wählen. ie Bestimmung des Fernpunktes wählt man am besten die parallele Richtung der Ge-linien auf ein entferntes Objekt.

Auswahl der Brillen, Bezeichnung der Myopie und Hypermetrop

Die Brennweite der **schwächsten konkaven Linse**, welche einem
Auge noch vollkommen genaues Sehen sehr entfernter Objekt
tet, ist unmittelbar = der Entfernung des Fernpunktes vom A
Nummer der zu wählenden Brille = der Nummer der Myopie.
$\frac{1}{6}$, heisst: der Fernpunkt des Auges, steht 6 Zoll vom Auge ab, und eine Konk
6 Zoll Brennweite korrigirt die Myopie, sodass dann der Fernpunkt in unendli
nung liegt.

Die Brennweite der **stärksten Konvexlinse**, welche einem **hypermetropischen**
vollkommen deutliches Sehen sehr entfernter Gegenstände er
ebenso dessen Fernpunkt. Die Bezeichnung der Hypermetropie ist wie d
pie nur negativ. Hypermetropie $= -\frac{1}{12}$ heisst, eine Konvexbrille von 12 Zoll
korrigirt die Hypermetropie vollkommen.

Aerztliche Bemerkungen. (HELMHOLTZ). — Im Allgemeinen sollten Augen, de
der gewählten Beschäftigung nicht genügt, rechtzeitig Brillen anwenden. **Presby**
bedürfen einer Konvexlinse beim Lesen und Schreiben, überhaupt bei der B
mit nahen Objekten, zur möglichsten Beseitigung der Zerstreuungskreise. Des
bei schwächerer Beleuchtung ist die Pupille weit, die Zerstreuungskreise sind d
es ist dann eine stärkere Brille nöthig als am Tage bei hellerer Beleuchtung. In
Fällen, bei jüngeren Individuen, genügt eine Brille, welche den Nahepunkt
12 Zoll heranbringt. Bei sehr alten Leuten, zwischen 70—80 Jahren, ver
jedoch die Gesichtsschärfe so bedeutend, dass für ein deutliches Sehen die Obje
das Auge herangebracht werden müssen, etwa bis auf 8 oder 7 Zoll, damit sie
grösseren Gesichtswinkel, also grösser gesehen werden.

Bei **Myopie** ist bei der Beschäftignng mit nahen Gegenständen gebückte Haltun
und starke Konvergenz der Augen möglichst zu vermeiden, um einer fortschre
dünnung, Ausbauchung und Zerrung der Membranen im hinteren Theil des
gesteigerten Blut- und Muskeldruck vorzubeugen, wodurch das Sehvermög
Grade beeinträchtigt und gefährdet wird. Liegt der Fernpunkt noch über 5 Zol
so dürfen im allgemeinen Konkavgläser fortdauernd getragen werden, welch
punkt, wie bei dem emmetropischen Auge, in unendliche Ferne rucken. Dann
für eine dauernde Beschäftigung und normale Sehschärfe die Bücher, Schreiber
arbeiten nicht näher als 12 Zoll an die Augen gebracht werden. Verlangen
geschäfte unerlässlich feine Arbeiten, wobei die Objekte dem Auge näher ge
den müssen, so müssen während solcher Beschäftigungen schwächere Kon
getragen werden. HELMHOLTZ räth auch achromatische, prismatische Gläser an
Nasenseite dicker als auf der Schläfenseite sind, weil mit solchen die sehr ge
jekte mit geringerer Konvergenz und geringerer Akkommodationsanstreng
werden können. Es kommt bei Kurzsichtigen, die zum ersten Male Brillen t
selten vor, dass Gläser, welche ihre Brachymetropie vollkommen korrigiren, er
ger Gewöhnung an schwächere Gläser, an deren Stelle man nach und nach s
wendet, vertragen werden; es rührt das daher, dass sich die Verbindung zwisc
modation und Konvergenz den neuen Umständen erst allmählich anpasst. Sind
dationsvermögen oder Gesichtsschärfe merklich geschwächt, so sind für die
naher Objekte schwächere Gläser zu verwenden, welche für die gewöhnliche
ausreichen, für fernere Objekte kommt dann passend eine Lorgnette zu Hülfe.

Für **hypermetropische Augen** wähle man Anfangs, ehe sie ihre fortdauernde Akkom
anstrengung vollkommen zu beseitigen verstehen, etwas zu starke Konv

h welche sie schon ferne Objekte nicht mehr ganz deutlich wahrnehmen können. Mit fortschreitenden Entwöhnung von den Akkommodationsanstrengungen werden schwä-re Gläser nöthig.

Bei verminderter Akkommodationsbreite (Presbyopie) bedarf man stärkerer Gläser für Nähe, schwächerer für die Ferne.

Optometer. Die Akkommodationsbreite wird mit Hülfe von **Optometern** bestimmt.

) Die Leseproben. Am einfachsten erscheint es, zu beobachten, in welchen Ent-ungen kleine Gegenstände, z. B. Buchstaben, noch deutlich gesehen werden können. Genauigkeit der Angaben nach dieser Methode wird dadurch gestört, dass auch sehr ne Buchstaben immer noch bei schon ziemlich bedeutenden Zerstreuungskreisen erkannt len können. Daraus erklärt es sich, dass Kurzsichtige sehr kleine Gegenstände noch r als den Nahepunkt an das Auge heranbringen, da trotz der Zerstreuungskreise Ob-, welche wegen Kleinheit schwer erkennbar sind, bei grösserer Annäherung an das , unter grösserem Sehwinkel, grösser und sonach erkennbarer erscheinen. Soll also Akkommodationsbreite auf diesem Wege ermittelt werden, so muss man für verschie-Abstände verschiedene Gesichtsobjekte wählen, und zwar alle so fein, dass sie von m gut akkommodirten Auge noch eben erkannt werden.

. PORTERFIELD hat auf den SCHEINER'schen Versuch ein Optometer gegründet; TH. YOUNG) empfiehlt einen feinen weissen Faden auf schwarzem Grunde auszuspannen, sodass eines Ende nahe unter dem Auge sich befindet, und dann durch einen passenden rm mit zwei Löchern nach dem Faden zu blicken. Dieser erscheint dann nur an der le, für die das Auge akkommodirt ist, einfach, an allen übrigen Stellen doppelt. Die ch erscheinende Stelle kann leicht bezeichnet werden. Ihre Entfernung vom Auge ent-cht der Sehweite des Auges. Man verwendet meist andere feine, durch die Löcher des rmes eben noch deutlich erscheinende Gegenstände, welche man in verschiedene tände vom Auge bringt, z. B. feine Nadeln auf dem hellen Grund des Himmels. HELM-Z' Optometer wird bei Besprechung der chromatischen Abweichung des Auges seine stellung finden.

Monochromatische und chromatische Abweichung des Auges.

1. Monochromatische Abweichung, Astigmatismus.

Die gewöhnliche monochromatische Abweichung der optischen Instrumente, härische Aberration ist im Auge auf ein sehr geringes Maass reducirt. Die le dafür liegen darin, dass die Abblendung der Randstrahlen für Hornhaut Linse in bedeutendem mit der Lichtintensität wechselndem Umfang durch s stattfindet, dass die brechenden Flächen am Auge nicht kugelig, sondern, s die Theorie aplanatischer brechender Flächen erfordert (S. 734), ellipsoi-gekrümmt sind, wobei die Krümmung gegen die Ränder zu bedeutend ab-t; in demselben Sinne wirkt es, dass die Randstrahlen der Linse nur die ren, weniger stark brechenden Linsenschichten durchwandern. Daher t es, dass die im Auge immer nur sehr geringe eigentliche sphärische Aber-sich hier hinter anderen monochromatischen Abweichungen verbirgt, welche im Allgemeinen als Astigmatismus zusammenfasst, ein Name, der den el eines genauen Brennpunktes (= Stigma) bezeichnen soll.

Die Benennung Astigmatismus ist von WHEWELL vorgeschlagen und seitdem mein angenommen. DONDERS und KNAPP haben den Zustand ausführlicher t. WHEWELL unterscheidet regulären und irregulären Astigma-us.

Der reguläre Astigmatismus rührt davon her, dass die
mung der brechenden Flächen des Auges, namentlich der
in verschiedenen Meridianen verschieden ist.

Der irreguläre Astigmatismus äussert sich in der Erschei
Polyopie monocularis. Er beruht darauf, dass durch sonstige Unregel
keiten der brechenden Flächen und zwar besonders der Linse auch die
einzelnen Meridianebene des Auges einfallenden Strahlen nicht genau
Brennpunkt vereinigt werden.

Augen ohne Linse zeigen den unregelmässigen Astigmatismus meist
nur in geringem Grade, dagegen den regulären Astigmatismus aus Krü
verschiedenheiten der Hornhaut viel regelmässiger und deutlicher als
Augen. Die einzelnen Sektoren der Linse vereinigen zwar die auffallende
len, abgesehen von den Andeutungen einer wahren sphärischen Aberration
in einem Punkt, die Brennpunkte der verschiedenen Sektoren fallen
zusammen (Donders).

Am irregulären Astigmatismus kann sich auch die Hornhaut zeitweis
ligen, wenn kegelförmige Erhebungen, Geschwüre etc. oder zufällige
keiten, Thränenflüssigkeit, Fetttröpfchen aus den Meibom'schen Drüsen
regelmässige Brechung an ihr veranlassen.

Als Erscheinungen des unregelmässigen Astigmatismus der Poly
nocularis beschreibt Helmholtz folgende als von der Linse ausgehend:

1) Die kleinen Zerstreuungskreise heller, kleiner, leuchtender Punkte,
Sterne oder ferner Laternen, erscheinen auf der Netzhaut nicht als helle,
Flächen, sondern als strahlige Figuren von 4—8 unregelmässigen Strahlen, welch
Augen und bei verschiedenen Individuen verschieden zu sein pflegen.

Die Zerstreuungsfigur eines leuchtenden Punktes, z. B. einer punktförmigen,
ten Oeffnung in einem dunklen Schirme, scheint jenseits des Fernpu
Auges, bei den meisten in der Richtung von oben nach unten länger als in der
nach links. Bei schwacher Beleuchtung kommen nur die hellsten Stellen der S
zur Wahrnehmung, und man sieht daher mehrere Bilder des hellen Punktes,
gewöhnlich eines heller ist als die anderen. Bei sehr starker Beleuchtung, z. B
rektes Sonnenlicht, fliessen die Strahlen des Sternes in einander, und rings um
ein aus unzähligen, äusserst feinen, buntgefärbten Linien bestehender Strahle
viel grösserer Ausdehnung: Haarstrahlenkranz.

Ist das Auge für grössere Entfernungen als das des leuchtenden Punktes ak
so liegt die grösste Ausdehnung der Strahlenfigur meist horizontal.

Kann man für die punktförmige Oeffnung des Schirmes genau akkommodiren,
sie bei mässigem Lichte rundlich und hell, bei stärkerem Licht wird sie aber imm

2) Bei ungenügender Akkommodation erscheinen feine Lichtlinien, z. B
des Neumondes, mehrfach. Es fliessen die helleren Stellen der Zerstreuungsbild
zelnen die Lichtlinie zusammensetzenden Lichtpunkte zu einzelnen Lichtlinien
welche als mehrfache, lichtschwächere Bilder der hellen Linie erscheinen. D
Augen zeigen sich zwei, manchen in gewissen Fällen 5, 6 und mehr solcher D

3) An den Grenzen heller Flächen, für welche das Auge nicht vollkom
modirt ist, erscheinen die Doppelbilder in der Weise, dass am Rande der hellen
Uebergang von Hell in's Dunkel in zwei oder drei Absätzen geschieht. Eine
Fläche auf hellem Grund scheint jenseits des Fernpunktes mit einem Rande um
zunächst aus einem hellen, dann aus einem schwarzen Streifen besteht, der nach
dern zu verwaschen ist.

…er regulüre Astigmatismus zeigt sich bei fast allen menschlichen … in geringerem oder stärkerem Grade. Man kann die Grösse des Astigmatis… …ach analogem Principe, wie die Sehweite bestimmen.

…ugen mit regulärem Astigmatismus haben entsprechend der verschiedenen …mung der Hornhautsektoren in verschiedenen Meridianen verschiedene Seh… … für Linien von verschiedener Richtung im Gesichtsfelde.

…in Auge mit regulärem Astigmatismus kann im Allgemeinen nicht gleich… für horizontale und vertikale Linien, welche sich in gleicher Entfernung von …efinden, akkommodirt sein. In der Mehrzahl der Fälle muss das Auge eine …re Sehweite annehmen, um die seinem horizontalen Durchmesser parallelen … deutlich zu sehen, für die senkrechten dagegen mehr für die Nähe akkom…en. Eine vertikale Linie muss man meist weiter vom Auge entfernen, als eine …ntale, um sie beide zu gleicher Zeit deutlich zu sehen. A. Fick sah verti…inien in 4,6 Meter Entfernung deutlich und zugleich horizontale in 3 Meter, …oltz die vertikalen in 0,65 Meter, horizontale in 0,54 Meter Entfernung.

…enn die grösste dieser Sehweiten P ist und bei demselben unveränderten …modationszustande die kleinste für eine andere Linienrichtung $= p$, so …hen wir als Maass des Astigmatismus

$$As = \frac{1}{p} - \frac{1}{P}.$$

…ge As kleiner als $\frac{1}{40}$, bringt es noch keine erheblichen Störungen des Sehens …r, wenn es aber grösser ist, so wird die Gesichtsschärfe wesentlich beein…tigt.

Astigmatische Augen bedürfen zur Korrektion Gläser mit cylindrischen Flächen: Cy…derbrillen, die nur nach einem Meridian gekrümmt sind und deren Brennweite … der Grösse As gleich gross wählt. Man stellt die geradlinien Cylinderkanten, wenn …cylindrische Krümmung convex ist, der Richtung der entferntesten deutlich gesehe… Linien parallel oder senkrecht darauf, wenn die cylindrische Krümmung konkav … Die zweite Fläche der Cylinderlinsen kann man sphärisch, konkav oder konvex, schlei… sodass durch dasselbe Glas die gleichzeitig etwa vorhandene Myopie oder Hypermetro… korrigirt wird.

2. Chromatische Abweichung, Farbenzerstreuung.

Bei dem Auge wird gewöhnlich die Farbenzerstreuung fast gar nicht bemerklich, trotz… dass die Farbenzerstreuung der Augenmedien wohl sogar etwas grösser als die des …tillirten Wassers ist. Frauenhofer entdeckte, dass das Auge verschiedene Brenn…ten für verschiedenfarbige einfache Strahlen besitzt. Er bemerkte bei der Betrachtung …es prismatischen Spektrums durch ein achromatisches Fernrohr, in dessen Okular ein … feines Fadenkreuz angebracht war, dass er die Okularlinse dem Fadenkreuz näher …ziehen musste, um dies deutlich sehen zu können, wenn er den violetten Theil des …ktrums im Gesichtsfeld hatte, als wenn er den rothen betrachtete. Helmholtz liess ein…ges Licht eines Spektrums durch eine punktförmige Oeffnung in einen dunklen Schirm …n, und bestimmte die Entfernung, in welcher die kleine Oeffnung noch punktför… gesehen werden konnte; die grösste Sehweite seines Auges für rothes Licht betrug …uss, für violettes $1^1/_2$ Fuss, und für das brechbarste Ueberviolett der Sonne, welches …ch Abblendung des helleren Lichtes des Spektrums sichtbar gemacht wurde, nur einige Zoll. Matthiessen berechnet den Abstand des rothen und violetten Brennpunkts im mensch-

lichen Auge auf 2,58 bis 0,62 Mm., während er in einem Auge von destillirtem W gleich 0,434 Mm. sein würde.

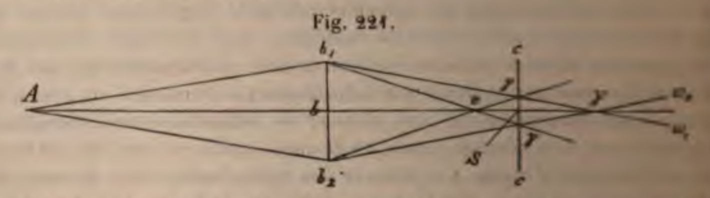
Benützung der chromatischen Aberration des Auges zur Bestim der Akkommodationsbreiten. Violette Gläser absorbiren die mittleren Strah Spektrums ziemlich vollständig und lassen nur die äussersten Farben roth und violett hin Befestigt man ein solches Glas hinter eine enge Oeffnung in einem dunklen Sch erscheint die vom Tageslicht beleuchtete Oeffnung des Schirmes dem Auge als ein tender Punkt, der nur rothe und violette Strahlen aussendet*). Je Entfernung, für die ein Auge akkommodirt ist, erscheint der Punkt verschieden für die rothen Strahlen akkommodirt, so geben die violetten einen Zerstreuungskr es erscheint ein rother Punkt mit violettem Lichthof. Ist umgekehrt das Auge für letten Strahlen akkommodirt, so geben die rothen einen Zerstreuungskeis, und es e ein violetter Punkt mit rothem Hofe. Nur dann, wenn das Auge für keine der beiden genau akkommodirt ist, und zwar so, dass der Vereinigungspunkt der violetten Strah der der rothen hinter der Netzhaut liegt, kann, wenn die beiden Zerstreuungskr decken, der Lichtpunkt einfarbig violett erscheinen. Bei diesem Brechungszustand diejenigen Strahlen auf der Netzhaut vereinigt werden, deren Brechbarkeit die M schen der der rothen und der violetten hält, also die grünen.

Man hat darin (Helmholtz, Czermak) ein Mittel von ziemlich grosser Empfindlich die Entfernungen zu bestimmen, innerhalb welcher das Auge das gemischte roth- Licht einfach sehen kann. Die Farbendifferenz wird auch von Ungeübten ziemlich le merkt. Ist das Auge für Licht jeder Brechbarkeit auf grössere Entfernung als die de tenden Punktes akkommodirt, so ist der Zerstreuungskreis der rothen Strahlen gr der der violetten. Man erblickt dann eine violette Scheibe mit rothem Saum. Ist umgekehrt für kleinere Entfernungen eingestellt, so erscheint ein rother Zerstreu mit blauem Saume.

Bei weisser Beleuchtung macht sicht die Farbenzerstreuung, wie gesag bemerklich. Jenseits des Fernpunktes erscheinen, analog den Beobachtungen mi lettem und rothem Lichte, weisse Flächen mit einem schwachblauen Rande umgeben sie näher als der Akkommodationspunkt, so zeigen sie einen schwachen roth Rand. Gegenstände, für die man genau akkomodirt ist, zeigen bei freier Pupil farbigen Ränder. Schiebt man aber dicht vor das Auge den Rand eines undurch Blattes, und verdeckt dadurch der einen Hälfte der Pupille das Licht, so erscheint Grenze zwischen einem weissen nnd schwarzen Bilde gelb gefärbt, wenn man das der Seite vor die Pupille schiebt, wo das schwarze Feld liegt, blau gesäumt dagegen man es von der Seite des weissen Feldes her vorschiebt.

Alle Farbenzerstreuungsphänomene erklären sich dadurch, dass in Folge der tischen Aberration (S. 732) der hintere Brennpunkt der violetten St vor dem der rothen liegt (Fig. 221).

Fig. 221.



In der Abbildung ist A der leuchtende Punkt, $b_1 b_2$ die vordere Hauptebene des A v schneiden sich die violetten, in γ die rothen Strahlen, cc ist die Ebene, in welcher äussersten rothen Strahlen des gebrochenen Strahlenkegels $b_1 b_2 \gamma$ und die äussersten

*) Will man mit Lampenlicht experimentiren, so hat man an Stelle des violetten ein blaues, mit Kobalt gefärbtes zu verwenden.

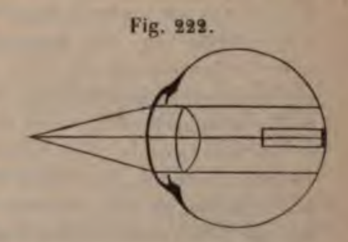
—n $b_1 b_2 v$ schneiden. Die Figur zeigt, dass, wenn die Netzhaut vor der Ebene cc sich in v —ndet, d. h. wenn das Auge für fernere Gegenstände als A akkommodirt ist, die Netzhaut —ande des Strahlenkegels nur von rothem Lichte, in der Axe aber von gemischtem getroffen —de. Steht sie in der Ebene cc, d. h. ist das Auge für Strahlen mittlerer Brechbarkeit von —kommodirt, so wird sie überall von gleichmässig gemischtem Lichte getroffen. Endlich, —n die Netzhaut sich hinter der Ebene cc in γ befindet, das Auge also für nähere Gegen—de als A akkommodirt ist, so trifft sie am Rande des Strahlenbündels nur violettes, in Mitte gemischtes Licht. Geht vom leuchtenden Punkt A weisses Licht aus, so schalten die übrigen Farben zwischen roth und violett ein, wodurch die Wirkungen der Farben—treuung die gleichen bleiben, aber weniger auffallend werden (Helmholtz).

Entoptische Wahrnehmungen.

Unter gewissen Bedingungen macht (Helmholtz) das in das Auge einfallende Licht eine Reihe entoptischen, im eigenen Auge selbst befindlichen Gegenständen sichtbar. Für die Be—htung des hinter der Pupille gelegenen Augentheiles bildet die Pupille eine leuchtende —he von relativ grosser Ausdehnung. Bekanntlich werfen, wenn Licht von einer sehr —ten Fläche ausgeht, nur breite Gegenstände, oder solche, welche der den Schatten —fangenden Fläche sehr nahe sind, einen sichtbaren Schatten. Die Gefässe der —haut befinden sich so nahe an der lichtempfindenden Fläche des Auges, dass sie immer —n Schatten auf die hinter ihnen liegenden Theile derselben werfen müssen. Aber eben — diese hinter den Gefässen liegenden Theile der Netzhaut immer beschattet sind, weil beschattete Zustand für sie der normale, gewöhnte ist, kann der Gefässschatten nur —r besonderen Umständen wahrgenommen werden.

Man muss, um die kleinen, schattengebenden Körperchen in den durchsichtigen Theilen Auges wahrzunehmen, Licht von einer sehr kleinen, leuchtenden Stelle, welche sehr —e vor dem Auge sich befindet, in das Auge fallen lassen. Zu dem Zwecke genügt es, das Fokus einer kleinen Sammellinse entworfene Bild einer fernen Lichtflamme nahe vor das —e zu bringen, oder ein kleines gut polirtes metallenes Knöpfchen, welches von der —ne oder der Lampe beschienen wird, oder nur einen Schirm von dunklem Papier, wel—r Licht durch eine sehr kleine Oeffnung fallen lässt —lmholtz).

Fig. 222.



Liegt der leuchtende Punkt a wie zwischen dem —e und seinem vorderen Brennpunkt f, so ent—rfen die Augenmedien ein entfernteres, vor dem —e liegendes Bild α von a, und die Strahlen —chdringen den Glaskörper in Richtungen, welche — α aus divergiren. Unter diesen Umständen wird — einem im Glaskörper befindlichen dunklen Körper —in vergrössertes Schattenbild β auf der Netzhaut —worfen.

Liegt dagegen der leuchtende Punkt wie in Fig. 222 im vorderen Brennpunkt des Auges, werden die von ihm ausgegangenen Strahlen im Glaskörper parallel, das Schattenbild gleichgross wie der schattenwerfende Körper. Ist schliesslich der leuchtende Punkt vom —ge weiter entfernt als der vordere Brennpunkt des Auges f, so fällt das Bild von a hinter — Auge nach α und die Strahlen konvergiren im Glaskörper nach α hin. Das Schattenbild —st dann kleiner als sein Objekt b. Dem entsprechend vergrössern sich die entoptisch sicht—r gewordenen Gegenstände scheinbar bei der Annäherung des Auges an den leuchtenden —nkt, im umgekehrten Falle werden sie kleiner.

Bei jeder Stellungsveränderung des Auges oder des leuchtenden Punkts verschieben sich —Schatten der Körper, welche, verschieden weit von der Netzhaut, abstehen in verschiede—r Weise. Daraus lehrte Listing ihren Ort im Auge annähernd zu bestimmen. Der kreis-

Auge gleichzeitig gegen einen dunklen Hintergrund, so wird durch das von der Sclero-ans in das Auge gelangende Licht der Schatten der Gefässe auf Netzhautpartieen gewor- die nicht gewöhnlich von dem Gefässschatten getroffen werden, die Beschattung also einen veränderten Zustand zur Empfindung bringen können. Das Gesichtsfeld erscheint gelb erleuchtet, und es erscheint darin ein zartes Netz baumförmig verzweigter Gefässe: KINJE'sche Aderfigur). Bewegt man den Brennpunkt auf der Sclerotica hin und her, so egt sich im gleichen Sinne auch die Aderfigur. In der Mitte des Gesichtsfeldes, dem Fixa-spunkt entsprechend, zeigt sich eine gefässlose Stelle der Netzhaut, es ist dies die Stelle direkten Sehens, sie zeichnet sich durch besonderen Glanz aus und durch ein Aussehen »chagrinirtes Leder« (H. MÜLLER). Man kann die Netzhautgefässe auch wahrnehmen, wenn auf einen dunklen Hintergrund blickt und dabei unterhalb oder seitlich vom Auge ein bren-des Licht hin und her bewegt. Der Gefässbaum zeigt sich dann nur während der Bewe- des Lichtes. Auch hier zeigt sich die Netzhautgrube als eine helle Scheibe mit einem mondförmigen Schatten in der Mitte des Gesichtsfeldes (H. MÜLLER). Eine dritte Me-de besteht darin, dass man durch eine enge Oeffnung, die man von der Pupille schnell und her bewegt, nach dem hellen Himmel oder nach einer anderen breiten, lichten he blickt.

Dass wir für gewöhnlich die Gefässschatten nicht sehen, erklärt HELMHOLTZ daraus, dass Empfindlichkeit der beschatteten Stellen grösser ist als die der übrigen Theile der Netz-t, sodass bei ihnen die um den Werth des Gefässschattens verminderte Lichtintensität so stark erregend wirkt, wie an den übrigen Netzhautstellen die unverminderte Licht-ke. Verändern wir den Ort des Schattens, so wird derselbe nun wahrnehmbar, weil die wächere (um den Gefässschatten verminderte) Beleuchtung nun auf ermüdete, weniger bare Netzhautelemente fällt. Die reizbareren, früher beschatteten Netzhautelemente pfinden die volle Beleuchtung stärker, daher rührt es, dass im Anfang des Versuchs der ässbaum zuweilen hell auf dunklem Grunde erscheint. Die Schwankungen in der Reiz-keit gleichen sich sehr rasch aus, sodass nur bei beständigem Wechsel in der Beschat- der Netzhaut die beschriebenen Erscheinungen wahrgenommen werden können.

Bei sehr greller Beleuchtung des Auges, z. B. durch Schneeflächen, erscheinen entop- auch die Blutkörperchen in den Netzhautkapillargefässen (cf. unten).

Augenleuchten und Augenspiegel.

Das auf die Netzhaut fallende Licht wird zum Theil von dem Pigmente der Aderhaut sorbirt, zum kleineren Theil kehrt es reflektirt durch die Pupille nach aussen zurück. ist (HELMHOLTZ) nehmen wir Nichts von diesem reflektirten Lichte wahr. Wenn wir das e eines Anderen oder unser eigenes im Spiegel beobachten, so erscheint die Pupille kel schwarz. Der Grund liegt darin, dass bei dem Auge wie bei allen Systemen bre-nder Medien, welche ein genaues Bild eines Gegenstandes entwerfen, das reflektirte Licht dem Bildpunkte nur auf demselben Weg, auf dem es eingefallen, wieder zurückkehren n. Fixirt sonach ein Auge genau einen Gegenstand, so vereinigen sich die von dem enhintergrunde reflektirten Strahlen auch wieder genau in dem Objektpunkte. Um das dem Auge reflektirte Licht zu sehen, müsste sich der Beobachter zwischen das gesehene jekt und das beobachtete Auge hineinstellen, was so ohne weiteres natürlich nicht an-hi, ohne dem beobachteten Auge das Licht abzuschneiden. Ist das beobachtete Auge für Pupille des Beobachters akkommodirt, so wird ein Bild der schwarzen Pupille des Be-chters auf der Netzhaut des beobachteten Auges entworfen, welches von den Augenme- genau wieder auf der Pupille des Beobachters reflektirt wird. Dieser sieht sonach in r beobachteten Pupille nur den Wiederschein seiner eigenen, also schwarz. Daher scheint gewöhnlich die Pupille und der Augenhintergrund schwarz, und man erkennt ht einmal die stärker Licht reflektirenden Theile, wie die Sehnerveneintrittsstelle, die ässe etc. Bei Albinos, denen das Pigment der Choroidea fehlt, sieht man dagegen die Augen

leuchten, weil das durch die Sclerotica einfallende Licht diffus reflektirt wird. H
durch einen dunklen Schirm vor dem Auge, der nur eine der Pupille entspreche
nung hat, das Licht von der Sclera ab, so erscheint auch bei Albinos die Pupille
Auch das Objektiv einer Camera obscura, erscheint aus den gleichen Ursachen,
gesehen, schwarz, wenn nur ein Licht im Zimmer ist.

Es ist leicht einzusehen (HELMHOLTZ), dass der Beobachter von allen den P
Netzhaut des beobachteten Auges Licht empfangen kann, auf welches das Zerstr
seiner eigenen Pupille fällt. Denken wir uns die Pupille des Beobachters als le
Scheibe, deren Zerstreuungsbild im beobachteten Auge entstehen würde, so ge
strahlen von einem oder mehreren Punkten dieser leuchtenden Scheibe nach je
ihres Zerstreuungsbildes hin, es können also auch rückwärts Lichtstrahlen nach
mehreren Punkten der leuchtend gedachten Pupille des Beobachters von jedem
Netzhaut, der dem Zerstreuungskreis angehört, gelangen. Der Beobachter wird al
beobachtete Auge leuchten sehen, so oft das Zerstreuungsbild seiner eigenen Pu
beobachteten Auge zusammenfällt mit einem Theile des Zerstreuungskreises e
tenden Gegenstandes. Die Pupille eines beobachteten Auges erscheint daher roth
wenn der Beobachter dicht am Rande einer Lichtflamme vorbei, deren Strahl
einen dunklen Schirm von seinem eigenen Auge abhält, um nicht geblendet
nach dem Auge eines Andern blickt, das für eine nähere oder viel weitere Entfern
modirt oder nur etwas seitwärts gerichtet ist.

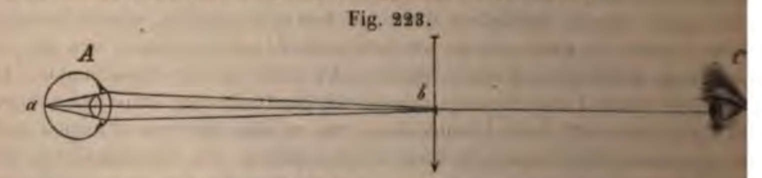
Das Augenleuchten kommt noch besser zur Wahrnehmung, wenn man nicht
Licht der Flamme in das Auge fallen lässt, sondern von einer durchsichtigen
den Fläche, etwa einer Glasplatte, reflektirt, wobei der Beobachter durch die r
Platte hindurch sehen kann. Das aus dem Auge zurückkehrende Licht wird
Spiegel nach der Lichtquelle reflektirt, z. Th. geht es aber auch durch die Plat
und in die Pupille des Beobachters, der das betreffende Auge nun leuchten sieht.
gelnder Glasplatten kann man auch belegte Spiegel oder Metallspiegel, an dene
enge Oeffnung zum Durchsehen angebracht hat, benutzen. Trotz des Leuchten
Beobachter bei diesen Versuchen doch für gewöhnlich nichts Genaues in dem A
scheiden, weil er für das Bild, welches die Augenmedien vom Hintergrunde de
tenden Auges entworfen, nicht genau akkommodiren kann. Um letzteres zu er
müssen noch passende Glaslinsen hinzugenommen werden: Augenspiegel.

Der Augenspiegel, Ophthalmoskop besteht aus einer Zusammenstellung ein
tungsapparates (Spiegel) mit solchen passenden Glaslinsen. Mit seiner Hülfe ka
Bilder auf der Netzhaut und vor allem Theile der Netzhaut selbst deutlich sehen
suchen.

Man kann verschiedene Mittel anwenden, um ein deutliches
Augenhintergrundes zu erhalten.

Ohne Gläser geht es, wie gesagt, für gewöhnlich gar nicht.

Fig. 223.



In der Figur (223) ist A das beobachtete Auge, a ein Punkt seiner Netzhaut,
im Punkte b entworfen wird, in der Entfernung, in welcher das beobachtete Au
sieht, das Bild der Netzhautstelle ist verkehrt und vergrössert. Ein Beobachter müs
(seiner Sehweite) betrachten, das Gesichtsfeld wird aber dann, da es durch die
beobachteten Auges begrenzt wird, in dieser Entfernung so klein sein, dass er nicht
erkennen kann.

an kann das Bild des Augenhintergrundes auf zwei Weisen darstellen: 1) aufrecht virtuell, durch eine konkave Linse, oder 3) reell und umgekehrt durch eine vexe Linse.

) Zur Darstellung im aufrechten virtuellen Bilde verwendet man eine kavlinse *B*, deren Brennweite *Bp* kleiner ist als die Entfernung des Punktes *b* von ihr; solche macht die von *A* nach *b* hin konvergirenden Lichtstrahlen divergent, so als n sie aus einem scheinbar bei *d* im Rücken des beobachteten Auges liegenden Punkt her.

Fig. 224.



n: p = Brennweite der Linse.

$\alpha = Bb$ (Abstand der Linse vom eigentlichen Bilde des Augenhintergrundes)

$\gamma = dB$ (Abstand von dem durch die Linse entworfenen Bilde)

$$\frac{1}{\alpha} + \frac{1}{\gamma} = \frac{1}{p}.$$

ist gleich der Sehweite des Beobachters, die Entfernung des Punktes *b* richtet sich der Sehweite des untersuchten Auges. Aus der Gleichung ist die Linse zu berechnen, ur Beobachtung nöthig ist.

) Zur Darstellung im reellen umgekehrten Bilde bringt man nahe vor das chtende Auge eine Konvexlinse von 1—3 Zoll Brennweite. Die aus dem Auge nach *b* ergirenden Strahlen werden rch schon in einem dem chteten Auge viel näheren te *d* zur Vereinigung gebracht. eobachtende Auge kann dem chteten Auge nun entsprechend viel näher gebracht werden hne Linse und kann dabei doch

Fig. 225.



für das Bild des Augenhintergrundes akkomodiren: $\frac{1}{\alpha} - \frac{1}{\gamma} = \frac{1}{p}$.

ccius und Heymann haben Autophthalmoskope konstruirt.

Zur historischen Entwickelung der Lehre vom Sehen.

ch (Helmholtz) der Meinung der Platoniker und Stoiker von dem Wesen der Gesichtswahrnungen, an welche sich Roger Baco anschliesst, treffen Lichtstrahlen, die von dem Auge ehen, auf Lichtstrahlen, welche von sichtbaren Objekten kommen und kehren von dort dem Gefühle der Gegenstände wieder zurück. Die Epikureer dachten sich kleine körche, die Peripatetiker unkörperliche Bilder von den sichtbaren Gegenständen ausströ-. Aristoteles lehrte, dass ein unkörperliches Wesen das Sehen bedinge. Das Auge nicht die Materie selbst wahr, sondern nur einen Schein derselben, wie den Abdruck Siegels in Wachs. Die Meinung des Aristoteles hielt sich in realistischer Umsetzung lange, wir finden sie noch bei Oribasius und Celsus, man behauptete, die Objekte ten einen Eindruck auf die zunächstliegende Luft, diese auf die angrenzende, und so is zur Krystallinse, welche man für das Hauptorgan des Sehens hielt. Cartesius subrte zuerst für Luft ein hypothetisches, ätherisches Medium. Er glaubte, das Sehen bedingt durch die Schwingungen eines überall verbreiteten also auch im Auge befind- Aethers, welche durch feine Nervenfasern dem Sensorium zugeleitet würden. Die drücke gegen den feinen Aether und errege hiedurch seine Schwingungen.

MAUROLYCUS verglich die Krystalllinse des Auges mit einer Glaslinse, welche
strahlen der Axe zu breche. PORTA, der Erfinder der Camera obscura, verglich das
seinem Instrumente, glaubte aber, dass das optische Bild auf der vorderen Linsen
worfen würde. Erst KEPPLER, der Entdecker der Theorie der optischen Instrumente
dass auf der Netzhaut das Bild entstehen müsse. Als Bedingung des
Sehens stellt er auf, dass die Strahlen eines leuchtenden Punktes auf einem Punkt
haut vereinigt werden. Nach seiner Lehre werden die von den gesehenen Objekten
den Lichtstrahlen nach dem Gesetze der Brechung für durchsichtige Medien mit
Oberflächen zunächst durch Hornhaut und wässerige Feuchtigkeit der Axe de
gebrochen, durchkreuzen sich in der Linse und erzeugen ein verklein
kehrtes Bild auf der Retina. Der Jesuit SCHEINER demonstrirte zuerst das Netzh
an ausgeschnittenen Augen, an denen er einen Theil der Augenhäute entfernt
Jahre 1625 stellte er diesen Versuch an einem menschlichen Auge zu Rom an. S
zur Erklärung der Akkommodation ist noch heute ein Grundversuch. Gegen
LER'sche Theorie, welche von nun an zwar ziemlich allgemeine Geltung behielt,
noch mannichfacher Widerspruch. Man leugnete einerseits das Netzhautbild;
dem nicht ausgeschnitteten Auge die Bedingungen zur Erzeugung eines solche
geben (MÜHLBACH, CAMPBELL), auf der anderen Seite schloss man sich an die Mein
an, nach der im Glaskörper ein räumliches Bild entstehen solle. PLAGGE hiel
auf der Hornhaut durch Spiegelung entstehende Bild für das Objekt des Sehens
J. READE durch die Nerven der Hornhaut empfunden würde. Nach ANDREAS Hor
Netzhaut als Hohlspiegel, sie reflektirt das Bild gegen den Glaskörper, welcher w
auf die Sehnerven wirke.

Die Akkommodationsfähigkeit des Auges hat zu vielen Streitigkeite
lassung gegeben. MUNCKE stellt (1827) die Möglichkeiten, auf welchen die Akk
beruhen könnte, zusammen: entweder muss, angenommen die Retina selbst i
weglich fest, die Krystallinse sich der Retina bei Betrachtung entfernterer Gegenstä
bei näheren sich weiter von ihr entfernen; oder die Krystalllinse ändert ihre For
flacher beim Anblick entfernterer, konvexer bei dem näherer Gegenstände; ode
sich die Form des Auges und die Krümmung der Hornhaut in der Art, dass für
Objekte das Auge flacher, für nahe konvexer oder länger wird. Ausser diesen
nungen wurde noch eine vierte vertheidigt, welche die Akkommodation auf
derliche Weite der Pupille schob.

KEPPLER glaubte, wie ALBINUS, dass bei der Akkommodation für die Nähe d
körper durch seine Zusammenziehung auf den Glaskörper drücke, wodurch die l
vorwärts gerückt würde. Nach PORTERFIELD (1759) wäre diese Kontraktion des S
pers muskulös, nach ZINN träte sie durch vermehrten Flüssigkeitszufluss ein. S
CARTESIUS vertraten die Meinung, dass durch die Kontraktion des Strahlenkörper
konvexer werde. PEMBERTON und YOUNG glaubten, die Aenderung in der Konvexität
Kontraktionen muskulöser Fasern in der Linse selbst ein. MOLINET meinte, das
Kontraktion der vier geraden Augenmuskeln das Auge verkürzt und dadurch
entfernterer Gegenstände geeigneter werde, BOERHAVE glaubte umgekehrt, dass
traktion eine Verlängerung des Augapfels zur Akkommodation für die Nähe bew
hatte eine stärkere Krümmung der Hornhaut für das Nahesehen postulirt. Y
grosser Genauigkeit ausgeführte Messungen (1801) bewiesen, dass weder die
der Hornhaut, noch die Länge der Augenaxe sich bei der Akkommodation
F. v. HALLER vertheidigte wie LE ROY die Meinung LA HIRE's, dass die eintretend
rung der Pupille die Akkommodation für die Nähe bewirke, auch bei der Camer
würden die Bilder naher Gegenstände deutlicher, wenn man die Oeffnung verkl
dere, wie auch MAGENDIE, leugnen sogar die Akkommodation ganz (das Nähere
HOLTZ, physiologische Optik).

Ueber den Gebrauch von Brillengläsern findet sich die erste Notiz be

XXXVII. c. 5). Er erzählt von gewissen Smaragden, »dass sie das Gesicht sammelten« m colligere) und deshalb nicht geschnitten werden dürften, und dass der Kaiser Nero, her kurzsichtig war, durch einen solchen Smaragd die Kämpfe der Gladiatoren etrachten pflegte. Im Anfange des 14. Jahrhunderts wurden die Brillen als neue dung betrachtet. Ein Florentiner Edelmann, Salvinus Armatus, gest. 1317, wird iner Grabschrift als Erfinder der Brillen bezeichnet. Alexander de Spina, ein ch aus Pisa, † 1313, soll bei Jemand, der ein Geheimniss daraus machte, Brillen ge- n und sie nachgemacht haben. Maurolycus versuchte eine Theorie der Brillen, erst ler gab die vollständig richtige.

III. Die Gesichtsempfindungen.

Die Reizung des Sehnervenapparates.

Ein Theil des Nervenapparates des Körpers (Helmholtz) besitzt die specifische keit, dass durch seine Erregung Empfindungen entstehen, welche dem Kreise esichtssinnes angehören, und welche wir im Allgemeinen als Lichtempfin- ten bezeichnen. Wir nennen den die Lichtempfindung vermittelnden Ab- t des Nervensystems, zu welchem die Netzhaut, der Sehnerve und ein noch genau abgegrenzter Theil des Gehirnes gehört, in welchen die Sehnerven- eln eintreten, nach J. Müller die Sehsinnsubstanz oder den Sehner- pparat. Das häufigste und wichtigste Reizmittel für den Sehnerven ist das ktive Licht. Die Netzhaut und der Sehnerve liegen vor mechanischen rkungen geschützt, innerhalb fester Umhüllungen, die jedoch zum Theil dem leicht durchgängig sind. Die Reizung der Netzhaut und des Sehnerven daher mit überwiegender Häufigkeit durch Licht. Wir bezeichnen den- n Theil der Aetherschwingungen, welcher im Auge Lichtempfindungen her- ft, als Licht, ein Name, der eigentlich nur der dadurch erregten Empfin- zugetheilt werden sollte. Aetherschwingungen, die sich von dem Lichte nur eine verschiedene Schwingungsdauer unterscheiden, die unsere Sehsinn- anz nicht, wohl aber unseren Wärmesinnapparat erregen, bezeichnen wir als me. Der Unterschied zwischen Licht und Wärme ist also nur ein quantita- kein qualitativer, wie uns unsere Sinnesempfindungen vortäuschen.

Jede beliebige Reizung des normalen Sehnervenapparates ruft ebenso wie die ng durch objektives Licht Lichtempfindungen hervor. Sie treten abgesehen er Lichtreizung ebenso ein durch Reizung aus »inneren Ursachen« wie durch nische, elektrische und chemische (?) Erregung.

Bei plötzlicher mechanischer Erregung, z. B. durch Schlag oder Stoss auf das e, erscheint, besonders lebhaft im Dunklen, ein blitzartiger, oft sehr heller, aber rasch der verschwindender subjektiver Lichtschein über das ganze Gesichtsfeld hin. Be- nkter Druck mit einer stumpfen Spitze gegen den Augapfel, erzeugt an der dem Druck prechenden Netzhautstelle eine begrenzte Lichterscheinung mit hellem Centrum, meist eben von einem dunklen und einem hellen Kreise: ein Druckbild, Phosphen. den schon mehrmals erwähnten Gesetzen, nach welchen wir die Reizung der Netz- nach aussen in das Gesichtsfeld zu verlegen pflegen, erscheint die Druckfigur, wenn en Augapfel z. B. oben drücken, an der unteren Grenze des Gesichtsfeldes, drücken wir und innen, so erscheint sie oben und aussen. Uebt man längere Zeit einen möglichst

gleichmässigen Druck auf den Augapfel aus, so erscheinen nach kurzer Zeit w
lichtglänzende Figuren im Gesichtsfelde in veränderlich phantastischem Spiele.
man das Auge gegen helle Objekte, so herrscht dann im ersten Momente Dunkel
der sich erst allmählich in der Mitte des Gesichtsfeldes einzelne hellglänzende Ob
ausheben. Auf eine mechanische Ursache, auf Zerrung des Sehnerven an seiner
stelle, sind auch jene feurigen Ringe und Halbringe zurückzuführen, welche im
bei raschen Augenbewegungen, auftreten, besonders bei starker Drehung des A
innen, wie man sie bei der Akkommodation für die Nähe auszuführen pflegt.
(Purkinje, Czermak) den schmalen Feuerring im Umkreis des Gesichtsfeldes, w
blitzt, wenn man im Finstern die Augen für das Sehen in nächster Nähe einge
dann plötzlich wieder für die Ferne akkommodirt, Akkommodationsphosp
starker Akkommodation für die Nähe tritt beim Blick auf eine leuchtende Fläche
Verdunkelung des Gesichtsfeldes ein, was auch auf eine dabei stattfinden
nische Reizung hindeutet. Man hielt es früher für ein wunderbares Paradoxon
Netzhaut, welche fähig ist, ein so feines Agens wie das Licht zu empfinden, g
mechanische Misshandlungen ziemlich unempfindlich ist, d. h. dabei keinen in
der Tastempfindungen gehörigen Schmerz empfinden lässt. Es fehlt ihr aber nic
pfindlichkeit, die Form der Empfindung ist aber eine specifische.

Aus sogenannten »inneren Ursachen« treten mannichfache Lichtempfind
Der Hauptsache nach mögen diese sogenannten inneren Ursachen mechanische V
gen in der Sehsinnsubstanz sein, z. B. vermehrter Druck des Blutes in den Gef
den Augenflüssigkeiten. Manchmal, z. B. bei narkotischen Vergiftungen, kann m
Art chemische Reizung durch Veränderung in der Zusammensetzung des B
ken. Manche dieser Erscheinungen sucht man wohl auch zu erklären durch Ausbr
Reizzustandes innerhalb der nervösen Centralorgane von anderen Theilen de
systems auf das Gebiet des Sehsinnes, nach dem Gesetze der Mitempfindu
diesem Gesetze soll z. B. bei manchen Personen der Anblick grosser, heller Flä
erleuchteter Schneefelder, Kitzel in der Nase erregen. Derartige Mitempfindunge
im Sehnervenapparate, z. B. bei Hypochondern, besonders von den Empfindungs
Eingeweide ausgehen zu können. Wahre **Phantasmen**, d. h. subjektive Lich
kannter äusserer Objekte, scheinen öfters auch dadurch zu entstehen, dass von d
des Gehirnes, welche bei der Bildung von Vorstellungen thätig sind, aus innere
entstandene Erregungszustände auf den Sehnervenapparat übertragen werden. I
auch die auf inneren, mehr oder weniger krankhaften Vorgängen im Auge oder
ven beruhenden Lichterscheinungen nicht immer nur als unregelmässige Lichtfle
dern auch in Gestalt von Menschen, Thieren, Gegenden oder regelmässigen M
(Nägeli, Le Roy).

Niemals ist das dunkle Gesichtsfeld auch bei gesunden Menschen von subjekti
erscheinungen vollkommen frei. Man hat sie als Lichtchaos oder Lichtst
dunklen Gesichtsfeldes bezeichnet. Das Gesichtsfeld ist unregelmässig
Athemzügen wechselnd, schwach beleuchtet, mit schwankenden Lichtflecke
Moosstielchen, Blättern, Nebelstreifen ähnlich, die besonders in unbekannten
Räumen sich auch zu Phantasmen gestalten können. Häufig sehe ich das sons
Gesichtsfeld mit äusserst feinen, aber regelmässig angeordneten Lichtpünktche
welche bei aufmerksamer Betrachtung regelmässige eckige Formen zeigen. P
ähnliche feine Pünktchen, welche sich bewegten und lichte Streifchen hinter si
liessen. Bei raschem Erheben aus horizontaler Lage treten hie und da grössere
sich bewegende Funkenerscheinungen auf.

Schwankungen elektrischer Ströme sind für den Sehnervenapparat, w
übrigen Nerven, starke Erregungsmittel. Man darf, wegen der Nähe des Gehirne
sen Untersuchungen nur schwache Ströme verwenden. Schon bei Schliessung
nung schwacher Ströme zeigen sich starke Lichtblitze, die bei gleicher Strom

ter sind, wenn der Sehnerve in aufsteigender Richtung durchflossen wird (PFAFF). Leitet einen konstanten Strom dauernd durch den Sehnerven und das Auge (HELMHOLTZ), so treten nderungen der Reizbarkeit ein, die ebenfalls nach der Stromrichtung verschieden sind. h einen schwachen aufsteigenden Strom wird das dunkle Gesichtsfeld des gessenen Auges heller als vorher und nimmt eine weisslich violette Farbe an. Im ersten nblicke erscheint die Eintrittsstelle des Sehnerven als eine dunkle Kreisscheibe. Die llung nimmt schnell an Intensität ab und verschwindet ganz bei der Unterbrechung des mes, mit der Verdunkelung des Gesichtsfeldes stellt sich nun eine röthlich gelbe Fär- des Eigenlichtes der Netzhaut ein. Bei Schliessung des Stroms in absteigender tung wird sofort das Eigenlicht der Netzhaut dunkler und röthlich gelb gefärbt, die rittsstelle des Sehnerven erscheint als blaue Scheibe auf dunklem Grunde. Bei Unterhung des Stromes hellt sich das Gesichtsfeld wieder auf und erscheint nun bläulich s erleuchtet, der Sehnerveneintritt dunkel. Lässt man die Elektricität durch einen nalen Zuleiter unmittelbar in den Augapfel selbst eintreten, so erscheint die Hälfte des chtsfeldes, wechselnd mit der Stromrichtung, hell, die andere dunkel. HELMHOLTZ ver- diese Abwechselung und Aenderung im Erregungszustande des Sehnerven durch den stanten Strom mit den Phasen der Erregbarkeit im Elektrotonus. Die Erscheinungen ären sich aus dem elektrotonischen Zustande der radial verlaufenden Nervenfasern der zhaut, wenn man annimmt, dass an ihrem hinteren Ende eine fortdauernde schwache ung durch innere Ursachen erhalten wird, wie eine solche in dem Eigenlichte der Netz- t sich zu erkennen giebt. Da die Fasern von einem Mittelpunkte ausstrahlen, so werden, n ein elektrischer Strom die Netzhaut durchsetzt, die entgegengesetzt verlaufenden in die entgegengesetzten Elektrotonusphasen verfallen müssen, da die einen aufstei- l, die andern absteigend durchströmt werden. So wird also auf der einen Seite des hautcentrums Erhöhung, auf der anderen Verminderung der Erregbarkeit herrschen, den obigen Angaben entspricht. Bei sehr starken Strömen sah RITTER eine Umkehr der s beschriebenen Färbung des Netzhauteigenlichtes eintreten. Bei der zweiten Art der tung wirkt Stromunterbrechung zuerst kurz wie Stromumkehr.

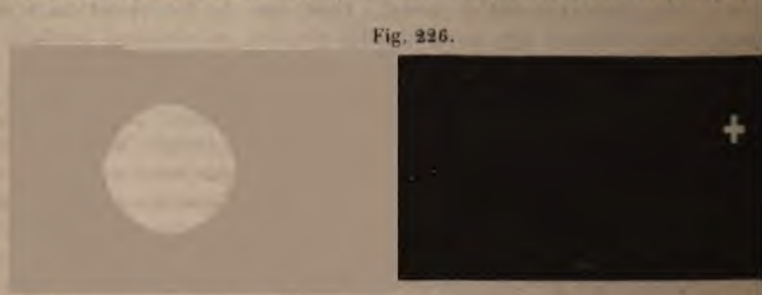
Die lichtempfindlichen Apparate.

Wie die übrigen Nervenapparate kann, wie wir sahen, der Sehnerven- rat durch die allgemeinen Nervenreize in den Erregungszustand versetzt en. Die Fähigkeit, durch objektives Licht erregt zu werden, ist dagegen ihm n eigenthümlich. Das objektive Licht gehört nicht zu den allgemeinen Ner- eizmitteln und selbst auch die Nervenfasern des Sehnerven und Retina können dadurch nicht in Erregung versetzt werden. Nur in ifischen Hülfsapparaten an den Enden der Optikusfasern in der aut, in den Zapfen und Stäbchen vermag das objektive Licht den An- zu einer Nervenerregung zu geben. Diese lichtempfindlichen Ele- te der Netzhaut unterscheiden sich durch diese Fähigkeit der Licht- ndung funktionell von allen übrigen Theilen des Nervensystemes. Sie nur im Stande, auf eine für uns noch unbekannte Weise das Licht in einen Ner- iz umzusetzen. Nur soviel steht darüber fest, dass erst sekundär, in gewisser durch das Licht in den lichtempfindlichen Apparaten hervorgerufe- Veränderungen die mit ihnen verbundenen Fasern des Optikus gereizt werden. wissen aber noch nicht, ob diese reizenden Veränderungen in einer mecha- hen Vibration bestehen, oder in einer elektrischen Umlagerung der Moleküle r Weise, wie sie bei der Reizung die elektromotorischen Moleküle der Mus-

keln und Nerven nach E. du Bois-Reymond erleiden, oder in einer Erw
oder ob, wie man gegenwärtig vielfach geneigt scheint anzunehmen,
empfindliche Netzhautschichte ein **photochemischer Apparat** ist.

Der Beweis dafür, dass die Nervenfasern der Retina nicht direkt d
erregt werden können, ist durch den Nachweis des **blinden Flecks**
geführt worden. An der Stelle, an welcher der Sehnerve in das Au
liegt die Masse der Nervenfasern frei gegen die durchsichtigen Theile
gekehrt, sie ist so durchscheinend, dass das Licht, welches auf sie fällt
in sie eindringen kann. Hier fehlt aber, wie wir wissen, die Stäb
Zapfenschichte und es zeigt sich, dass das **Licht, welches auf die E
stelle des Sehnerven fällt, nicht empfunden wird** (Fig.

Fig. 226.



Schliesst man das rechte Auge und fixirt scharf, ohne mit dem Blic
zu schwanken, mit dem linken Auge das weisse Kreuzchen in der ob
den Figur und bringt das Buch in der gewöhnlichen horizontalen Ri
Zeilen in eine Entfernung von etwa einem Fuss vom Auge, so findet
eine gewisse Stellung, in welcher der weisse Kreis gänzlich verschwind
der schwarze Grund ununterbrochen erscheint. Ebenso kann man al
Kreis gelegten, weissen, schwarzen oder farbigen Gegenstände von gleic
verschwinden lassen. Es existirt sonach im Gesichtsfelde und entsp
der Netzhaut eines jeden Auges eine gewisse Stelle, an welcher nich
wird, ein **blinder Fleck**. Diese Stelle ist, wie man aus den optischen
und Lagebestimmungen, sowie aus objektiven und subjektiven Beob
mit dem Augenspiegel (Donders, Coccius) findet, eben die Eintritts
Sehnerven. Der Versuch zeigt uns, dass der blinde Fleck, entspre
Lage des Sehnerveneintritts, im Gesichtsfelde nach aussen vom Fixatio
in der Netzhaut sonach gegen die Nasenseite zu von dem Orte des
Sehens, des gelben Flecks gelegen sei. Seine Form ist eine wenig
mässige Ellipse, an der sich noch einige schmale Ansätze, die ziemlic
das Feld der Netzhaut hineinragen, die Anfänge der grösseren Gefä
erkennen lassen. Zur weiteren Bezeichnung der Grösse des blinden
Gesichtsfelde führt Helmholtz an, dass auf seinem Durchmesser neben
11 Vollmonde Platz haben würden, und dass in ihm ein 6 bis 7 Fuss
menschliches Gesicht verschwinden kann.

Ein direkter Beweis dafür, dass nur die hinteren Schichten der Ne
Lichtempfindlichkeiten besitzen, ergiebt sich daraus, dass wir im St
entoptisch den Schatten der Netzhautgefässe wahrzunehmen. Letztere
der Schichte der Nervenfasern, und ihre feinen Verzweigungen treten a

te der Nervenzellen und in die fein granulirte Schichte ein. Aus den Begen des Gefässschattens bei Bewegung der Lichtquelle mussten wir schliesen, ie den Schatten empfindende Schichte in sehr geringer Entfernung hinter fässen liege. H. Müller berechnete diese Entfernung zu 0,17 bis 0,36 und seine Messungen ergaben, dass die Entfernung der Gefässe von der en- und Zapfenschichte wirklich zwischen 0,2 bis 0,3 Mm. beträgt, sodass bewiesen ist, dass die lichtempfindliche Schichte in den äusseren Netzschichten zu suchen ist. Noch weiter anschaulich wird uns die Bedeuder Stäbchen- und Zapfenschichte aus dem oben beschriebenen Bau des Flecks, in welchem die übrigen Netzhautschichten die bekannte Reduktion . Sowohl den Stäbchen als den Zapfen kommt nach den Beobachtungen von ultze die Lichtempfindlichkeit zu, doch zeigt das alleinige Vorkommen von n im gelben Flecke, dem Ort des direkten und schärfsten Sehens, dass die einen gewissen Vorzug vor den Stäbchen besitzen. Auch aus dem Grade nauigkeit, den das Sehen erreichen kann, rechtfertigt sich die Annahme, die Stäbchen und Zapfen die letzten empfindenden Elemente der Netzhaut . Das beste von E. H. Weber untersuchte Auge konnte zwei weisse Striche, Mittellinien 0,00526 Mm. (= 73 Sekunden Gesichtswinkel) von einander nden, noch als gesondert unterscheiden; Helmholtz gelingt die Unterscheibei stärkerer Beleuchtung und möglichst günstigen Umständen noch bei einem nd von nur 0,00464 Mm. (= 63″ G. M.), nach den Angaben von Hook kann wöhnliches Auge erst zwei Sterne, deren scheinbarer Abstand von einander 38 Mm. (= 60″) beträgt, sicher als gesondert unterscheiden. Nach Volkund Hirschmann bekommt man noch kleinere Werthe bis zu 0,00356 Mm. 0″ G. W.). Nach Messungen von H. Müller beträgt die Dicke der Zapfen lben Flecke 0,0015—0,0020 Mm., nach M. Schultze bis 0,0025, nach ker von 0,0031—0,0036 Mm. Ihre stabförmigen Enden fand Schultze zu 166 Mm. Ihre Feinheit reicht sonach für die Erklärung der Schärfe des Unterdungsvermögens des Auges aus.

Nach den Seitentheilen der Netzhaut zu nimmt die Unterscheidungsfähigkeit dem Netzhautcentrum aus ab, und zwar nach oben und unten schneller als nach äusseren Netzhautseite hin (Aubert und Förster). Da sich eine gleich starke Abme der Genauigkeit der optischen Bilder nach den Seitentheilen der Netzhaut zu, welens im Kaninchenauge (S. 738), nicht findet, so scheint aus dieser Beobachtung hergehen, dass überhaupt die Unvollkommenheit des Sehens auf den seitlichen Netzhautllen nicht sowohl von der grösseren Undeutlichkeit der optischen Bilder, als vielmehr von geringeren Empfindlichkeit der Netzhaut abhängig sei.

Das Licht, welches auf ein einziges lichtempfindendes Netzhautelement fällt, wird auch eine einzige Lichtempfindung hervorrufen. Lichtstarke Objekte, auch von verschwind kleiner, scheinbarer Grösse, wie die Fixsterne, können, obwohl ihre Grösse geringer als die eines lichtempfindenden Elementes, vom Auge wahrgenommen werden. Dagegen es von selbst klar, dass zwei helle Punkte nur dann getrennt erkannt werden können, n der Abstand ihrer Bilder grösser ist als die Breite eines Netzhautelementes. Wäre kleiner, so würden beide Bilder immer auf dasselbe oder auf zwei benachbarte Nervenmente fallen müssen. Im ersteren Fall würden beide Lichtpunkte nur eine einzige Empfing hervorrufen, im zweiten Fall zwar zwei, aber in benachbarten Elementen, wobei wohl n eine Entscheidung möglich wäre, ob zwei gesonderte Lichtpunkte oder einer, dessen Bild die Grenze beider Elemente fällt, die Reizung verursachte. Ist der Abstand der beiden hellen

Bilder oder wenigstens ihrer Mitte von einander grösser als die Breite eines empfinde ments, erst dann können die beiden Bilder auf zwei verschiedene Elemente fallen gegenseitig nicht berühren, und zwischen denen ein Element zurückbleibt, wel oder wenigstens schwächer als die beiden ersten von Licht getroffenen wird (Hel

VOLKMANN schloss aus seinen oben erwähnten Versuchen, dass die Zapfen Flecks nicht fein genug seien, um die Feinheit des Unterscheidungsvermögens, nimalgrösse an 30mal kleiner als die Zapfendurchmesser seien, zu erklären. dieser Beziehung noch daran erinnert werden, dass der faserige Bau des Kö Zapfen und ihrer nervösen Fortsätze darauf zu deuten scheinen (M. SCHULTZE), da eine feinere Struktur besitzen, die eine noch viel weiter gehende Unterscheidun erklären könnte, wenn wir diese Fasern als letzte empfindende Elemente betracht

Zur Prüfung der Feinheit des Unterscheidungsvermögens benü HOLTZ ein feines, vor den hellen Himmel gestelltes Drahtgitter, bei welchem der raum zwischen den schwarzen Drähten gleich breit war wie die Drähte selbs Grenze des Unterscheidungsvermögens fand HELMHOLTZ eine auffallende Formve der geraden hellen und dunkelen Linien. Die weissen Streifen erschienen zum lenförmig gekrümmt, zum Theil perlschnurförmig mit abwechselnd dickeren und Stellen. Er führt diese Unregelmässigkeit auf das Mosaik der Retina zurück, der Durchschnitt etwa sechseckige Elemente bei reihenweise (linienförmig) stattfinde gung nur je eines Netzhautelementes solche Krümmungen der erregenden gera linie vortäuschen müsse. Es käme hiebei sonach die Gestalt der erregten Netzha tarflächen direkt zur Beobachtung.

Zur ärzlichen Bestimmung der Sehschärfe werden in der Regel von verschiedener Grösse benützt, welche man aus grösserer Entfernung und der Unterstützung der Akkomodation durch Brillengläser betrachten lässt. Man Maass der Sehschärfe einen Bruch, dessen Zähler der Abstand ist, in we Buchstaben noch gelesen werden konnten, dessen Nenner dagegen die Entfernu der sie unter einem Winkel von 5 Winkelminuten erscheinen. Die letzteren En sind bei den Buchstabenproben, welche SNELLEN veröffentlicht hat, schon Im Durchschnitt ist diese Genauigkeit nach DE HAAN im 10ten Lebensjahre glei 40ten gleich 1,0, im 80ten gleich 0,5, und nimmt mit steigendem Lebensalter co ab. Bei sehr starker Beleuchtung und Korrektion des Astigmatismus findet ma schärfe um $^{1}/_{3}$ oder $^{1}/_{4}$ grösser als DE HAAN (E. JAVAL).

Farbenwahrnehmungen.

Die Lichteindrücke auf unser Sehorgan zeigen qualitative Verschied Das Sonnenlicht ist aus Licht von verschiedener Schwingungsdauer zu gesetzt, welches sich in physikalischer Beziehung durch verschiedene länge, Brechbarkeit und Absorptionsfähigkeit in gefärbten Substanze scheidet. Subjektiv, physiologisch unterscheiden wir Licht von vers Schwingungsdauer dadurch, dass es in unserem Auge die Empfindung dener Farben erregt.

Lassen wir eine feine Lichtlinie des Sonnenlichtes durch ein Prisma treten, bekanntlich ihr prismatisches Bild: prismatisches Spektrum, dem Beob ein farbiges Rechteck, dessen der Lichtquelle zugekehrtes Ende roth, das entgeg violett ist, dazwischen liegen, in einander übergehend, noch eine Reihe ander zunächst am Roth Orange, dann Gelb, Grün, Blau, endlich Violett. Das Ende des bildet das sehr lichtschwache Ultraviolett, das erst sichtbar wird, wenn d hellere Theil des Spektrums sorgfältig abgeblendet ist. Seine Farbe ist bei gerin intensität indigoblau, bei grösserer bläulichgrau. Am leichtesten kann das Ultravi

nomene der Fluorescenz sichtbar gemacht werden, indem man das ultraviolette uf fluorescirende Stoffe, wie saueres schwefelsaueres Chinin, mit Uran gefärbtes Glas, n, Kaliumplatincyanür etc. fallen lässt. Die ultravioletten Strahlen werden von diesen cirenden Stoffen in gemischtes weisslichblaues Licht von mittlerer Brechbarkeit umge-ür welches das Auge viel empfindlicher ist, als für das ultraviolette Licht selbst. Auf letten Seite können wir also das Spektrum, wie es scheint, bis zu seinem Ende wahrn, auch auf der rothen Seite können wir durch vorsichtige Abblendung noch Theile des ms zur Anschauung bringen, welche für gewöhnlich unsichtbar bleiben, doch reicht s Spektrum noch weiter als es vom Auge wahrgenommen werden kann, auf die rothen n folgen unsichtbare Wärmestrahlen. Der Grund ihrer Unsichtbarkeit scheint u beruhen, dass sie von den Augenmedien absorbirt werden. Nach den Versuchen von sst das Auge nur 9% der einfallenden Wärme durch. Die geringe Wirkung des ultran Lichtes auf die Netzhaut, rührt dagegen von einer geringen Empfindlichkeit der ut für dasselbe her, da die Beobachtungen erweisen, dass die ultravioletten Strahlen Durchgang durch die Augenmedien, namentlich durch die Krystalllinse, zwar merklich), aber doch nicht bedeutend genug geschwächt werden, um ihre Undeutlichkeit zu n. Die Schwächung rührt daher, dass die Hornhaut und die Linse des lebenden Auges, ht auch die Netzhaut selbst einen merklichen Grad von Fluorescenz zeigen, sie strahisslich-blaues Licht aus, wenn ultraviolettes Licht auf sie fällt. Die fluorescirenden nzen absorbiren aber die Strahlen theilweise, durch welche ihre Fluorescenz hervorn wird. Helmholtz giebt folgende Tabelle über die den Fraunhofer'schen n entsprechenden Farbentöne und ihre Wellenlängen, letztere ausge- durch Hunderttausendtheile eines Millimeters.

Wellenlänge:	Farbe:	Linie:	Wellenlänge:	Farbe:
7617	äusserstes Roth.	L.	3824	Ueberviolett.
6878	Roth.	M.	3741	
6564	Grenze des Roth u. Orange.	N.	3532	
5888	Goldgelb.	O.	3383	
5260	Grün.	P.	3307	
4843	Cyanblau.	Q.	3243	
4291	Grenze des Indigo u. Violett.	R.	3108	
3929	Grenze des Violett.			

plementärfarben. Mit der Verschiedenheit der Wellenlänge der sichtbaren ahlen wechselt die Farbenempfindung; einer bestimmten Wellenlänge des en Lichtes entspricht in jedem Auge mit normaler Farbenempfindlichkeit timmte Farbenempfindung.

bekannten Farben des Spektrums nennen wir vorzugsweise einfache . Lassen wir gleichzeitig oder sehr rasch hinter einander zwei verschiedene Farben auf dieselbe Stelle der Netzhaut einwirken, oder auf identische der beiden Netzhäute (?), so entstehen neue Farbenempfindungen, welche ie einfachen Spektralfarben nicht hervorgerufen werden, wir bezeichnen Purpur und als Weiss. Purpurroth entsteht durch Mischung der ein-Farben, die am Ende des Spektrums stehen, am gesättigtsten durch die g von Violett und Roth. Weiss entsteht durch Mischung verschiedener n einfachen Farben. Man benennt die Farben, welche in einem bestimmältnisse gemischt weiss geben, als komplementäre Farben. Es sind entär: Roth und Grünlichblau; Orange und Cyanblau; Gelb und Indigo-rüngelb und Violett; Grün und Purpur. Zu beachten ist, dass die Lichtten zweier einfachen Farben, welche zusammen Weiss geben, dem Auge mer gleich hell erscheinen. Letzteres ist nur bei der Mischung von Cyanblau

und Orange der Fall. Violett, Indigoblau und Roth erscheinen dunk komplementären Mengen des dazu gehörigen Grüngelb, Gelb oder Gr

Die Resultate der Mischung solcher Farben, welche nicht komp sind, fasst HELMHOLTZ in folgende Regel zusammen: Wenn man zw Farben mischt, welche im Spektrum weniger von einander entfernt sind plementärfarben, so ist die Mischung eine der zwischenliegenden Farbe desto mehr in das Weisse, je grösser der Abstand der gemischten Farb dagegen um so gesättigter, je kleiner ihr Abstand. Mischt man dagegen ben, die in der Spektralreihe weiter von einander abstehen, als Kom farben, so erhält man Purpur oder solche Farben, die zwischen einer d ten und dem entsprechenden Ende des Spektrums liegen. Die Misch so gesättigter, je grösser der Abstand der gemischten Farben im Spekt

Die Farbenmischungsresultate sind übersichtlich in folgender Tabelle zusa (HELMHOLTZ). An der Spitze der vertikalen und horizontalen Kolumnen stehen Farben; wo sich die betreffende vertikale und horizontale Kolumne schnei Mischfarbe angegeben, welche übrigens immer bei verändertem Mischung durch die in der Spektralreihe dazwischen liegenden Farben in jede der beid Farben der Mischung übergehen kann.

	Violett	Indigoblau	Cyanblau	Blaugrün	Grün	Grüngel
Roth	Purpur	dk. Rosa	wss. Rosa	Weiss	wss. Gelb	Goldgelb
Orange	dk. Rosa	wss. Rosa	Weiss	wss. Gelb	Gelb	Gelb
Gelb	wss. Rosa	Weiss	wss. Grün	wss. Grün	Grüngelb	
Grüngelb	Weiss	wss. Grün	wss. Grün	Grün		
Grün	wss. Blau	Wasserblau	Blaugrün			
Blaugrün	Wasserblau	Wasserblau				dk. =
Cyanblau	Indigob lau					wss. =

Die Methoden der Farbenmischung sind (HELMHOLTZ): 1) Bringt m dene Spektra oder verschiedene Theile eines Spektrums zur Deckung, so e Zusammensetzung je zweier einfachen Farben. 2) Man blickt durch eine eb in schiefer Richtung nach einer farbigen Fläche, während die dem Beobachte Seite ihm gleichzeitig Licht eines andersfarbigen Objektes durch Reflexion z gelangt in das Auge des Beobachters gleichzeitig von der Glastafel durchgelasse einen und reflektirtes Licht der anderen Farbe, und beide treffen dieselben The haut. 3) Man lässt auf dem Farbenkreisel (cf. unten) Scheiben schnell rotir verschiedenfarbige Sectoren angebracht sind. Ist die Rotation schnell genug, so v die Eindrücke, welche die verschiedenen Farben auf die Netzhaut machen, zur einer einzigen Farbe, der Mischfarbe. CZERMAK schlug den modificirten Schein such zu demselben Zwecke vor. Nicht angewendet werden darf die Met schung pulveriger oder flüssiger Pigmente, da wegen der eintretenden Absorp Farben der gemischte Farbstoff keineswegs ein Licht giebt, welches die Summe einzelnen in der Mischung enthaltenen Farbstoffen reflektirten Lichter ist.

Die Grundfarben. Durch Mischung zweier einfacher Farbe wir die ganze Zahl der möglichen Farbenunterschiede, sodass wir durc von mehr als zwei homogenen Farben nun keine neuen Farben meh Die Zahl der möglichen als Farbenempfindungen auftretenden Erregun des Sehnervenapparates ist sonach eine beschränkte und verhältnissmäs

Der Sprachgebrauch bezeichnet jedoch auch noch Unterschiede in stärke als Arten von Farben. Mangel an Licht wird als Dunkelheit b als schwarz bezeichnen wir Körper, welche das auffallende Licht ni

andere, welche alles auffallende Licht diffus reflektiren, nennen wir weiss.
r, die von allem auffallenden Lichte einen gleichen geringen Antheil reflek-
heissen grau, solche, welche das Licht gewisser Farben stärker als ande-
flektiren, farbig. Lichtschwache gesättigte Farben werden durch den
z »dunkel« unterschieden, z. B. dunkelroth; bei äusserst geringer Licht-
nennen wir Roth Rothbraun, Gelb Braun, Grün Olivengrün. Sind die Far-
ei geringer Lichtstärke überwiegend weisslich, so bezeichnet man sie durch
mensetzung mit grau: röthlichgrau, gelbgrau, blaugrau etc.
Das Schwarz ist, obwohl es durch Abwesenheit des Lichtes hervorgebracht
eine wahre Empfindung, die wir deutlich von dem Mangel aller Empfindung,
r z. B. den Objekten hinter unserem Rücken entspricht, unterscheiden.
Jede Mischfarbe kann hergestellt werden durch Mischung einer gewissen
tität weissen Lichtes mit einer gewissen Quantität einer gesättigten Farbe
tralfarbe oder Purpur) von bestimmtem Farbentone. Die Qualität eines
Farbeneindrucks ist objektiv von drei veränderlichen Grössen abhängig,
ler Lichtstärke, dem Farbenton, und dem Sättigungsgrade,
mit anderen Worten 1) von der Quantität Weiss, 2) von der Quantität und
n der Wellenlänge einer Spektralfarbe.
Das Gesetz unserer subjektiven Farbenempfindung scheint von die-
bjektiven Gesetze verschieden zu sein. Man hat in früherer Zeit vielfältig
cht, alle Farben als Mischungen von veränderlichen Quantitäten dreier Far-
der sogenannten Grundfarben, zu betrachten. Wenn wir diesen Grund-
n auch keine objektive Bedeutung zuerkennen können, so scheint es doch
ch, die subjektiven **Farbenempfindungen** auf drei **Grundfarbenempfindungen**
kzuführen. Diese Hypothese, wurde von R. Joung aufgestellt und von Helm-
und neuerdings von Max Schultze acceptirt und dadurch in der Physiologie
eltung gebracht. Helmholtz stellt die Th. Joung'sche Annahme folgender-
sen dar:
1) Es giebt im Auge drei Arten von Nervenfasern. Reizung der
r erregt die Empfindung des Roth, Reizung der zweiten die Empfindung
Grün, Reizung der dritten die Empfindung des Violett.
2) Objektives homogenes Licht erregt diese drei Arten von Fasern je nach
r Wellenlänge in verschiedener Stärke. Die rothempfindenden Fasern wer-
m stärksten erregt von dem Lichte grösster Wellenlänge, die grünempfin-
en von dem Lichte mittlerer Wellenlänge, die violettempfindenden von dem
e kleinster Wellenlänge. Indess ist dabei nicht ausgeschlossen, muss viel-
zur Erklärung einer Reihe von Erscheinungen angenommen werden, dass
Spektralfarbe alle Fasern erregt, aber die einen schwach, die anderen stark.
einfache Roth erregt stark die rothempfindenden, schwach die beiden ande-
aserarten; Empfindung: roth. Das einfache Gelb erregt mässig stark die
und grünempfindenden, schwach die violetten; Empfindung: gelb. Das
che Grün erregt stark die grünempfindenden viel schwächer die beiden
en Arten; Empfindung grün. Das einfache Blau erregt mässig stark die
d violettempfindenden, schwach die rothen; Empfindung: blau. Das
Violett erregt stark die gleichnamigen, schwach die anderen Fasern;
ing: violett. Erregung aller Fasern in ziemlich gleicher Stärke giebt die
ing von Weiss oder von weisslichen Farben.

Eine frühere Zeit, welche den Erregungsvorgang in den Nerven aus Schwin[gungen des] Nervenäthers zu erklären suchte, konnte daran denken, dass die Schwi[ngungen des] Lichtäthers sich vielleicht direkt in Schwingungen des Nervenäthers umsetzten [...] nichts im Wege zu stehen, den verschiedenen Wellenlängen des Lichtäthers [...] auch die dadurch erregten Schwingungen des Nervenäthers sich von verschied[ener Wellen]länge vorzustellen. Jede Optikusfaser wäre dann im Stande, alle verschiedene[n Farbenein]drücke zu leiten, jeder Farbe würde ein eigener, specifischer Erregungszust[and] entsprechen. Diese Annahme steht in direktem Widerspruch mit der Grundhypoth[ese der speci]fischen Energieen; dass der Erregungszustand im Nerven stets ein und derselbe [...] der Unterschied in der Nerventhätigkeit bedingt werde durch die Verschiedenheit [der] Reizorgane der Nerven, welche nur durch bestimmte Reize angesprochen we[rden] und durch die Verschiedenheit der Erfolgsorgane der Nerven, welche auf d[en] ihren Nerven zugeleiteten Reizzustand, mag er nun durch die normale Errege[r]organe, oder durch direkte anderweitige Reizung des Nerven hervorgerufen [...] nur mit einem zu dem Kreise ihrer specifischen Energie gehörigen Erfolg [...] Dieses Princip wird gewahrt, wenn wir für jede specifische Farbenempfi[ndung] Reiz- und Erfolgsorgane in dem Sehsinnapparate annehmen. Die Th. Young'sch[e ...] sucht die nothwendige Zahl der verschiedenen Reiz- und Erfolgsorgane auf [...]nannten zu beschränken.

Man sucht die Hypothese zu stützen, zunächst mit den Beobachtungen übe[r ... Farbenblind]heit. Wenn die Farbenempfindungen eines für Farben normal empfindlichen A[uges auf ...] Grundfarbenempfindungen zurückgeführt werden können, so kommen Augen [vor, deren] Farbenempfindungen nur aus zwei Grundfarbenempfindungen zusammengesetz[t ...] Am längsten bekannt ist die sogenannte Rothblindheit (Dalton). Ausgeprä[gt ...] Augen sehen im Spektrum nur zwei Farben, die meist als Blau und Gelb bez[eichnet wer]den. Als Gelb erscheint Roth, Orange, Gelb und Grün, die grünblauen Tön[e als] Grau, der Rest der Spektralfarben als Blau bezeichnet. Solche Augen verwech[seln Kirsch]berroth mit Braun und Grün, Goldgelb mit Gelb, Rosaroth mit Blau. Bei Versu[chen, die] Helmholtz mit dem Farbenkreisel an einem Rothblinden anstellte, erschien [...] identisch mit einer Mischung von 35⁰ Gelb mit 325⁰ Schwarz, die für das n[ormale Auge] Dunkel olivengrün gab. Mit Grün (Linie E) identisch eine Mischung von 3[...] Blau, für das normale Auge Graugelb. Mit Grau identisch 165⁰ Gelb und 195⁰ [...] normale Auge schwach röthlich grau. Da man aus Roth, Gelb, Grün, Blau a[lle] Farbentöne mischen kann, so ergiebt der Versuch, dass bei dem untersuchten [...] Gelb und Blau gemischt werden könnten. Nach Seebeck kommt auch Grün[blindheit] vor. Das Gelbsehen bei Santoninvergiftung hält man für Violettblin[dheit ...]ner) (S. 723). Grünblinde urtheilen sicher über die Uebergänge zwischen Viol[...] verwechseln aber Grün, Gelb, Blau und Roth, auch sie unterscheiden nur zwe[i ...] im Spektrum, welche sie wahrscheinlich ziemlich richtig Blau und Roth ne[nnen ...] ihnen also die grünempfindenden Nerven abgehen. Natürlich kommen alle m[...] stufungen von normaler Farbenempfindlichkeit durch verminderte Empfindlich[keit ...] gänzlichen Unempfindlichkeit vor. Hie und da war die Farbenblindheit nicht [...] sondern sie trat plötzlich ein nach schweren Kopfverletzungen und Anstrengunge[n ...] G. Wilson fand im Durchschnitt einen Farbenblinden unter 17,7 Personen. Er [...] Gefahren aufmerksam, welche aus der Farbenblindheit hervorgehen können, [...] fähigkeit, farbige Signale zu erkennen, wie sie auf Schiffen und Eisenbahnen [...]

Die Fähigkeit, Farben wahrzunehmen, ist für jedes Auge eine b[...] die verschiedenen Netzhautabschnitte zeigen darin deutliche Verschiedenheit[en ...] Farbe wahrnehmen zu können, muss dieselbe ein Feld von gewisser Ausdehnu[ng ...] oder es muss wenigstens eine bestimmte Menge farbigen Lichtes auf die Netzh[aut ...] die Grösse des farbigen Feldes muss bei der Betrachtung mit den Seitentheilen [...] mehr und mehr zunehmen. Ist das farbige Licht für die Farbenwahrnehmung [...]

scheint es auf hellerem Grunde Grau oder Schwarz, auf dunklerem Grunde Grau oder s. Ist die Menge des ausgesendeten Lichtes sehr gross, wie z. B. bei den farbigen Fixen, so können wir auch die Farbe unendlich kleiner Farbenfelder noch unterscheiden. chwarzem Grunde erschienen AUBERT grüne und gelbe Quadrate von 1 Mm. Seite, in Entfernung von 16 Fuss, als graue Punkte, rothe schon bei 12 Fuss. Blau behielt diesen Umständen seine Farbe bis an die Grenze der Sichtbarkeit. Vor dem Verinden wird Roth und Grün deutlich gelb, Blau scheint direkt ohne Farbenänderung in weiss überzugehen. In den Mischungen aus Blau und Roth überwiegt an den Grenzen esichtsfeldes und der Netzhaut das Blau, Weiss erscheint Grünblau. Daraus ergiebt dass die Netzhaut am Rande gegen blaues und grünes Licht empfindlicher ist als rothes, ihre Farbenempfindlichkeit nähert sich dort einigermaassen der bei Rothdheit.

Intensität und Dauer der Lichtempfindung.

ie Intensität der Lichtempfindung ist eine Funktion der Intensität des objek- Lichtes, welches die Retina reizt. Doch wächst im Allgemeinen für gleich- Licht die Empfindung nicht proportional der objektiven Lichtstärke, sodass pfindungsstärke eine verwickeltere Funktion der Lichtstärke ist (HELMHOLTZ). einsten noch wahrnehmbaren Abstufungen der Lichtempfindung entsprechen gleichen Differenzen der objektiven Helligkeit. Bei schwacher Beleuchtung man noch Helligkeitsdifferenzen wahrnehmen, die bei stärkerer Beleuchtung winden. Ein Licht von der Stärke des Mondlichtes wirft einen wahrnehm- Schatten auf eine weisse Fläche, der Schatten kann aber nicht mehr enommen werden, er verschwindet bei der gleichzeitigen Beleuchtung der mit einer gutbrennenden Lampe, und auch der Lampenschatten selbst windet, wenn man die Fläche von der Sonne bescheinen lässt.

nerhalb gewisser mittlerer Grade der Lichtstärke ist das Auge für eine derung der Helligkeit am empfindlichsten, und zwar bleibt innerhalb dieser en die Grösse der Empfindlichkeit ziemlich konstant. Diese Grenzen be- etwa bei der Helligkeit, bei welcher man ohne Schwierigkeit lesen kann, ichen bis zur Helligkeit einer von direktem Sonnenlicht getroffenen weissen . Die photometrischen Messungen haben ergeben, dass innerhalb dieser en die Differenz der Helligkeit, welche noch unterschieden werden konnte, denselben Bruchtheil der ganzen Helligkeit bildete, etwa $\frac{1}{100}$.

ur Bestimmung dieser Differenz beleuchtete FECHNER eine weisse Tafel mit zwei glei- Kerzenflammen, vor der Tafel stand ein Stab, der nun zwei Schatten auf dieselbe Das eine Licht wurde dann soweit abgerückt, bis der entsprechende Schatten auf- sichtbar zu sein. Ist a der Abstand des näheren Lichtes von der Tafel, b der Abstand entfernteren, so verhält sich die Beleuchtungsstärke der Tafel durch beide Lichter etwa $a^2 : b^2$. BOUGER fand das eine Licht etwa 8mal, FECHNER, dass es etwa 10mal so weit das andere entfernt sein müsse, damit der Schatten verschwinde, sodass BOUGER also er Lichtstärke, FECHNER dagegen $\frac{1}{100}$ noch unterscheiden konnten. Bei Bewegung des konnte ARAGO noch Unterschiede bis zu $\frac{1}{131}$ beobachten, bei schwachem Gesicht Unterschiede oft nur $\frac{1}{50}$. Oberhalb und unterhalb der oben angegebenen Grenzen angegebenen Werthe nicht. Bei sehr schwacher Beleuchtung mischt sich nach

FECHNER das »Eigenlicht der Netzhaut« störend ein, bei sehr grellem Lichte beginnt zu leiden.

Auf die Thatsache, dass innerhalb weiter Grenzen die kleinsten wahrnehmb renzen der Lichtempfindung konstanten Bruchtheilen der Helligkeit entsprechen, NER sein **psychophysisches Gesetz** gegründet, welches sich auch in ander der Sinnesempfindung, z. B. bei Bestimmung in den Differenzen der Tonhöhe Differenzen von Gewichten bestätigt. Die Empfindungsstärke wird gemessen, gleich deutlich wahrnehmbare Unterschiede dE der Empfindungsstärke E als ansehen. Dann ist also innerhalb weiter Grenzen der Helligkeit H nahehin:

$$dE = A \frac{dH}{H},$$

wo A eine Konstante ist; durch Integration bekommen wir:

$$E = A \log H + C,$$

wo C eine zweite Konstante ist. Nach HELMHOLTZ ist die Annahme, dass A konsta nur annähernd richtig.

Das Unterscheidungsvermögen für Farbentöne ist ebenfalls bei mittler intensitäten am feinsten, sowohl bei sehr geringer als bei sehr grosser L sität ist die Farbenempfindlichkeit der Netzhaut geringer. PURKINJE beme Blau bei schwächstem Lichte gesehen wird, Roth erst bei stärkerem. nehmender Beleuchtung ändern die Pigmente (AUBERT) zunächst Farb Farbennüance, Zinnober wird dunkelbraun, Orange dunkel und rein r und Hellblau sehen ganz gleich aus. Dann schwindet die Empfindung gänzlich, und es bleibt nur das Gefühl der Lichtdifferenzen übrig. Bei Lichtstärke verändert sich der Eindruck der einfachen Farben in der W sie sich gleichsam mit Gelb zu mischen scheinen. Roth und Grün gehe Gelb über, Blau wird, wie es auch bei Zumischung von Gelb der Fall se weisslich. In Beziehung auf die Helligkeit behaupten im Allgemeinen Beleuchtungsstärke die weniger brechbaren rothen und gelben Farbe ringer Beleuchtungsstärke die brechbaren blauen und violetten Farben d gewicht. Bei Einbruch der Nacht erscheinen rothe und blaue Farben, Tageslicht gleich hell ausgesehen haben, ungleich hell, und zwar ers Roth schon ganz schwarz, wenn das Blau (auch des Himmels) noch d scheint. Aus dem oben über die Farbenwahrnehmung Gesagten e direkt, dass auch die Farbenunterscheidung abnimmt mit der Grösse glichenen farbigen Felder im Gesichtsfelde (HELMHOLTZ).

Irradiation. Die Erscheinungen, welche man unter diesem Namen zusammenfa sich nach HELMHOLZ daraus, dass die Empfindungsstärke der Lichtstärke nicht ist. Diese Erscheinungen zeigen das Gemeinsame, dass helle, starkbeleucht grösser erscheinen als sie wirklich sind, umgekehrt benachbarte dunkele ebensoviel kleiner.

Am deutlichsten werden die Erscheinungen der Irradiation, wenn das Auge trachteten Gegenstand nicht genau akkommodirt ist, doch fehlen sie auch be Akkommodation nicht ganz. Enge Löcher und Spalten, durch welche Licht ein wir stets für grösser als sie wirklich sind. Von zwei gleichgrossen Quadraten, das eine schwarz auf weissem Grund, das andere, weiss auf schwarzem Gr erscheint bei mangelhafter Akkommodation das weisse deutlich grösser als da Naheliegende helle Flächen fliessen zusammen; so verschwindet ein feiner Dra zwischen Auge und Sonnenscheibe oder eine helle Flamme hält; bei Schachbr abwechselnd aus weissen und schwarzen Quadraten zusammengesetzt, fliessen d

ate an den Ecken, mit denen sie an einander stossen, zusammen, scheinen also die rzen zu trennen (PLATEAU). In neuerer Zeit hat man den Namen Irradiation in einigen auf die Bildung von Zerstreuungskreisen überhaupt übertragen. Hierher gehört obachtung VOLKMANN's, dass schwarze Fäden auf weissem Grunde ebenso wie weisse nklem Grund breiter erscheinen, als sie wirklich sind.

termittirende Netzhautreize. Wie bei der Nervenreizung überhaupt, so ent- nd verschwindet der Reizzustand der Netzhaut auch nicht gleichzeitig mit reinbrechen und Verschwinden des Reizes. Es ist leicht nachzuweisen, r Erregungszustand der Netzhaut noch fortdauert, wenn das Licht schon ört hat einzuwirken. Jeder Gesichtseindruck hinterlässt eine kurze Zeit ein tives Nachbild. Hinreichend schnell wiederholte Lichteindrücke derselben en dieselbe Wirkung auf das Auge aus, wie eine kontinuirliche Beleuchtung. r gehört es, dass eine im Kreise geschwungene Kohle den Eindruck eines enden Kreises hervorruft. Die Wiederholung des Eindrucks muss so rasch hen, dass die Nachwirkung des vorausgegangenen Eindrucks noch nicht merk- chgelassen hat, wenn der folgende beginnt. Man kann dieses leicht an roti- n Scheiben nachweisen. Eine rasch rotirende schwarze Scheibe, auf welcher er Stelle ein weisser Punkt angebracht ist, zeigt anstatt des Punktes einen n gleichmässig über die Scheibenfläche verbreiteten Ring, ganz entsprechend euerring der geschwungenen Kohle. Eine rasch rotirende Scheibe wird zum enkreisel, wenn sie in Sektoren von verschiedener Farbe getheilt ist. rbeneindrücke folgen sich so rasch, dass der vorausgehende noch nicht ver- nden ist, wenn der folgende beginnt und dauert, die Folge ist, dass eine ung der Farben eintritt, welche dieselben Resultate liefert wie die Mischung pektralfarben. Das Thaumatrop und analoge auf dieses Verhalten der Netz- gebaute Instrumente sind aus der Physik und der Kinderstube bekannt.

Die Netzhauterregung kommt in äusserst kurzer Zeit zu Stande, es genügt die Dauer eines elektrischen Funkens.

etzhautermüdung. Nach der Einwirkung des Lichtes bleibt also der Sehner- parat in einem veränderten Zustande zurück. Es dauert der Reizungszu- noch einige Zeit fort, und die gereizte Netzhautstelle zeigt eine veränderte nglichkeit gegen äussere Reize, sie empfindet von aussen einfallendes Licht derer und zwar schwächerer Weise als es die vorher nicht afficirten Theile etzhaut thun, die Empfänglichkeit für neue Reize ist vermin- Jede genügend starke Lichtreizung hinterlässt ein **Nachbild.** Man nimmt chbilder am leichtesten wahr, wenn man nach Betrachtung heller Gegen- e das Auge schliesst oder auf ein ganz dunkles Gesichtsfeld richtet. Man scheidet positive und negative Nachbilder, bei den ersteren erscheinen die Partieen des Objektes hell, die dunkeln dunkel, bei den negativen Nachbil- erscheinen dagegen die hellen Objektpartieen dunkel, die dunklen hell. Die r der Nachwirkung der Reizung, also auch die Dauer der Nachbilder ist um sser, je stärker das einwirkende Licht gewesen ist und je weniger ermüdet uge. Helle Objekte, welche man kurz angeblickt hat, geben positive Nach- , deren Helligkeit am grössten ist, wenn die Bestrahlung $^1/_3$ Sekunde ge- t hat, bei längerer Bestrahlung nimmt die Stärke des Nachbildes wieder ab. Das positive Nachbild ist um so heller und andauernder, je grösser die ität des einwirkenden Lichtes ist. Hat die Lichtreizung nur sehr kurze Zeit

gewährt, und war sie nicht blendend, so verschwindet, wenn man das Ge feld fortgesetzt dunkel erhält, das positive Nachbild, ohne in ein negatives zugehen. Blickt man aber während des Bestehens des positiven Nachbildes eine beleuchtete Fläche, so verwandelt sich das positive Nachbild sofort negative. Die in der Nachwirkung des Erregungszustandes befindlichen des Sehnervenapparates werden sonach durch eine neu einwirkende schwächer erregt, sie empfinden die Beleuchtungsstärke noch nicht schwach, welche die übrigen Netzhautpartieen schon als deutlichen Lichtr fassen können. Der Reizzustand lässt also die Netzhaut in einer Erm zurück. Während der Dauer der Ermüdung ist die Empfindung neu einfa Lichtes in der Weise beeinträchtigt, als wäre die objektive Intensität diese tes um einen bestimmten Bruchtheil ihrer Grösse vermindert.

Die Dauer der Netzhautermüdung, und damit des negativen Nachbildes, wächs Dauer der Bestrahlung; übermässig gesteigerte Bestrahlung, z. B. 10—20 Minute Blicken in die Sonne (Ritter), bringen bleibende Veränderungen der betreffenden stelle. Die Ermüdung tritt am Ort des direkten Sehens langsamer ein, als an den p schen Netzhauttheilen (Aubert). Des Morgens ist der Einfluss der Ermüdung am be sten (Fick und C. F. Müller), während des ganzen Tages soll ein Ermüdungsve Netzhauterregbarkeit von etwa 51% eintreten, in den ersten 7 Sekunden beträgt lust schon 7%, später wächst er weit langsamer. Aeusseres Licht von konstante welches längere Zeit ununterbrochen auf die Netzhaut einwirkt, ruft wegen der den Ermüdung eine immer schwächer und schwächer werdende Erregung der hervor.

Auch von f a r b i g e n O b j e k t e n entstehen entweder positive oder Nachbilder. Das positive Bild zeigt sich im Anfang und während seiner Helligkeit gleich gefärbt wie das Objekt, das negative Bild ist bei volls Entwickelung komplementär zu der Farbe des Objektes gefärbt.

Die positiven **farbigen Nachbilder** sind am deutlichsten (Helmholtz) nach momentaner des Lichteindrucks, vor ihrem Verschwinden übergiesst sich über sie ein rosenrothe dann treten schwach gefärbte gelblichgraue Farbentöne auf, worauf das Nachbild verschwindet oder in das negative Nachbild übergeht. Negative Nachbilder wer längerer Lichteinwirkung deutlicher. Das negative Nachbild von Roth ist blaug Gelb blau, von Grün rosaroth und umgekehrt. Auch hier ist das Auftreten des Bildes eine Ermüdungserscheinung. Hat das Auge roth gesehen, so sind nach der T schen Hypothese die roth empfindenden Fasern stark gereizt und im Zustande st müdung, während die grün- und violettempfindenden schwach gereizt und wenig sind. Von weissem Lichte werden bei diesem Zustande der Netzhaut die noch erre grün- und violett empfindenden Organe stärker erregt als die ermüdeten, darum wenig baren roth empfindenden, weisses Licht wird also (nahezu) den Eindruck des Bl welches mit Roth Weiss giebt, hervorrufen. Betrachtet man negative Nachbilder Objekte auf farbigem Grund, so verschwinden aus der Farbe des Grundes hauptsäc jenigen Bestandtheile, welche den durch das Betrachten des farbigen Objektes er Farbenperceptionsorganen entsprechen. Das Nachbild eines grünen Objektes ersc gelbem Grunde rothgelb, auf blauem Grunde violett. Wenn die Empfindung vorwiegend aus der Empfindung von Roth und Grün, die Empfindung des Blau aus Grün und Violett zusammengesetzt ist, so wird, wenn die Empfindung des Grü Ermüdung vermindert wird, die Empfindung des Gelb sich vorwiegend der des R Empfindung des Blau sich der des Violett nähern.

Nach längerer Einwirkung w e i s s e n L i c h t e s zeigt sich die Er des farbenpercipirenden Organs darin, dass das Weiss f a r b i g erscheint. F

ine weisse Fläche bei eintretender Ermüdung des Auges zuerst gelb, dann rau oder blau, dann rothviolett oder roth. Diese Beobachtung spricht im nmenhalt mit der Farbenempfindungstheorie für eine ungleiche Ermü-fähigkeit der farbenpercipirenden Organe. Dieselbe Erscheinung macht sich d in den farbigen Nachbildern weisser Objekte, deren mannich-echselnde Folge man als farbiges Abklingen der Nachbilder be-net.

Das Weiss verändert sich auf dunklem Felde nach momentaner Anschauung zuerst ell in grünliches Blau, dann in Indigoblau, Violett und Rosenroth und graues Orange, nit die Erscheinung meist verschwindet. Nach längerer Einwirkung des weissen Lichtes en sich auf dunkelem Grunde: Weiss, Blau, Grün, Roth; auf weissem Grunde schliess-noch Blaugrün und Gelb (Fechner, Helmholtz). Nach dem Anblick blendenden Lichtes, der Sonne, schreitet das Abklingen der Farben von dem Rande gegen die Mitte nr. Entsprechend der vom Centrum gegen die Peripherie der Netzhaut hin allmählich hmenden Lichtwirkung, sind die mittleren Netzhauttheile stärker gereizt, und die ein-en Phasen des Abklingens verlaufen im Ganzen um so langsamer, je intensiver die ung war. Haben wir farbige Objekte momentan betrachtet, so verschwindet im positi-Nachbild zuerst der Eindruck der vorherrschenden Farbe des Objektes, das Nachbild das weitere Abklingen der Farben wird dann den analogen Erscheinungen bei weissen kten ähnlich, namentlich tritt meist die dem Abklingen des weissen Lichtes zugehörige rothe Farbe des Nachbildes deutlich auf. Grün giebt direkt ein rosarothes Nachbild, lem des abklingenden Weiss entspricht. Grünliches Blau geht durch Blau und Violett senroth über, Blau durch Violett.

ontrast. Auf der Bildung von negativen oder positiven Nachbildern beruht auch ein ser Antheil derjenigen Erscheinungen, welche man unter der Bezeichnung Kontrast mmenfasst. Nicht nur die nach einander, sondern auch die im Gesichtsfelde neben ander gleichzeitig gesehenen Farben und Helligkeiten üben in der Farbenempfindung n Einfluss auf einander aus. Im Allgemeinen erscheint jeder Theil des Gesichtsfeldes n einem helleren dunkler, neben einem dunkleren heller, und eine Farbe neben einer ren gesehen, nähert sich mehr oder weniger der Kontrastfarbe der letzteren an. reul unterschied zuerst unter dem Namen Simultaner Kontrast diese Erschei-gen von denen des successiven Kontrastes, wo, wie wir oben betrachteten, zwei en nach einander auf derselben Netzhautstelle erscheinen. Helmholtz macht darauf erksam, dass der successive Kontrast, der durch Nachbilder erzeugt wird, auch dann grosse Rolle spielt, wenn man farbige Felder, die neben einander im Gesichtsfelde en, mit einander vergleicht, da wir bei bequemem Gebrauche unserer Augen den Fixa-spunkt nicht unverrückt festhalten, sondern unwillkürlich beständig langsam über die chiedenen Theile des betrachteten Objektes hinwandern lassen. Eine nur 10—20 Se-den andauernde Fixation greift das Auge sehr bedeutend an, es entwickeln sich scharf eichnete negative Nachbilder der gesehenen Objekte, die, solange die Fixation fort-etzt wird, mit den Objekten zusammenfallen und diese deshalb schnell undeutlich den lassen. Nur wenn für einen Ausschluss der Nachbilder gesorgt ist, erhalten wir die cheinungen des simultanen Kontrastes rein, in Folge dessen wir im Allgemeinen die schen den neben einander stehenden, allein eine genauere Vergleichung zulassenden ben oder Helligkeiten bestehenden Unterschiede zu überschätzen geneigt sind. Je er die Farben- oder Lichtunterschiede neben einander stehen, desto schärfer gelingt er ihre Unterscheidung. Unter den Kontrastwirkungen haben am frühesten und stärksten nannten farbigen Schatten die Aufmerksamkeit auf sich gezogen. Lässt man ein horizontal liegendes Blatt weisses Papier von entgegengesetzten Seiten her gleich- mit abgeschwächtem Tageslicht, z. B. Licht von stark bewölktem Himmel oder Mond-und mit Kerzenlicht, beleuchten und stellt auf das Papier einen Stab (Bleistift, Finger),

so wirft derselbe nun zwei Schatten. Der Schatten des Tageslichtes erscheint, b von dem rothgelben Kerzenlichte, in seiner objektiven Farbe Rothgelb, der Sc Körperlichtes wird von dem weissen Tageslichte beleuchtet, er ist objektiv w erscheint aber Blau, komplementär zu der Farbe des untergestellten Papiers, w weissliches Rothgelb ist, da es gleichzeitig von weissem und rothgelbem Lichte b wird (Abbé MAZEAS). LEONARDO DA VINCI waren die Kontrasterscheinungen grosse kannt. „Er spricht ihr oben angedeutetes Gesetz in der Weise aus, dass unter al von gleicher Vollkommenheit jene die schönsten seien, welche neben den entgege stehen, also Weiss neben Schwarz, Blau neben Gelb, Roth neben Grün.

Subjektive Erscheinungen.

Es wurden bisher schon oben mehrfache erwähnt und beschrieben, z. B. da werden des gelben Flecks und der Netzhautgrube. Letztere zeichnet sich bei leuchtung als Ring ab: LÖWE'scher Ring, er entspricht dem mittleren intensiv Theil des gelben Flecks, und es scheint das gelbe Pigment direkt seine Entstehu anlassen. In den gelben Fleck verlegt HELMHOLTZ die von HAIDINGER entdeckte b mige Figur, die sogenannten Polarisationsbüschel. Sie kommen zur Er wenn man das Auge auf eine Fläche richtet, von welcher polarisirtes Licht aus wenn man durch ein Nikol gegen eine gut beleuchtete weisse Fläche, z. B. W Von den verschiedenen homogenen Farben zeigt nur das Blau die Polarisatio HELMHOLTZ beschreibt sie, wenn die Polarisationsebene des Lichtes vertikal ist, a Felde als hellere, durch zwei zusammengehörige Hyperbeln begrenzte bläulic durch einen dunklen, gelblich gefärbten Büschel getrennt. Die Ursache für die sind nicht die von VALENTIN nachgewiesenen doppelbrechenden Eigen der Augenmedien, die Erscheinungen erklären sich nach HELMHOLTZ durc nahme, dass die gelbgefärbten Elemente des gelben Flecks schwach doppelbrec und dass der ausserordentliche Strahl von blauer Farbe in ihnen stärker absorbi der ordentliche Strahl. Die analoge Eigenschaft ist unter den gefärbten, doppelb Körpern sehr verbreitet. — Helle bewegliche Punkte erscheinen im Ge wenn man namentlich bei angestrengtem Gehen oder anderen Muskelbewegu grosse gleichmässig erleuchtete Fläche, z. B. den Himmel oder Schneefelder, st J. MÜLLER und andere haben sie für die Wahrnehmung der Blutkörperchen in hautgefässen genommen (S. 759), deren Grösse hinreichen würde, um eine Ges mung zu veranlassen. PURKINJE sah unter analogen Bedingungen wiederholt in de Gesichtsfeldes lichte Punkte aufspringen, die, ohne ihre Stelle zu ändern, rasch i Punkte übergehen, die ebenso schnell wieder verschwinden. Andere subjektive, erklärte optische Wahrnehmungen, werden namentlich von PURKINJE berichtet wahrscheinlich zum Theil nur individueller Natur.

IV. Gesichtswahrnehmungen.

Die Augenbewegungen.

Die Empfindungen, welche in unserem Sehorgane durch die Einwir Lichtes hervorgerufen werden, benützen wir in Verbindung mit einigen Sinneseindrücken namentlich mit gewissen Muskelgefühlen, um uns eine lung über die Existenz, die Form und die Lage äusserer Objekte zu bilde müssen die Eigenthümlichkeiten der Netzhautbilder, der Muskelgefühle etc. suchen, an welche die Vorstellungen, die wir als Gesichtswahrneh

chnen, normal geknüpft sind. Namentlich bei der Bildung der optischen nvorstellungen sind die Augenbewegungen von überwiegender itung, denen wir zuerst unsere Aufmerksamkeit zu wenden werden.

Drehpunkt. Das Auge bewegt sich auf seinem in die festen Wände der Augen- eingeschlossenen Polster von organischen Gewebe wie ein kugeliger Gelenk- n seiner Pfanne. Die Gesetze derartiger Bewegungen haben wir schon oben er Besprechung der Gelenke (S. 590) kennen gelernt. Die wesentlichen nbewegungen sind Drehungen um einen fixen Mittelpunkt.

Donders und Doijer haben zahlreiche Messungen über die Lage des Dreh- ktes im Auge angestellt. Er fällt nicht genau mit der Mitte der Sehaxe zu- ien, sondern liegt bei emmetropischen Augen etwa 1,77 Mm. hinter derselben. age des Drehpunktes wird hauptsächlich durch die Form der hinteren Augen- bestimmt. Kurzsichtige Augen haben, da sie nach hinten verlängert sind, Drehpunkt weiter nach hinten als emmetropische. Bei den kürzeren hyper- pischen Augen rückt dagegen der Drehpunkt etwas weiter vor.

Die Bestimmung des Drehpunktes wurde von Donders in der Art ausgeführt, dass zuerst horizontale Durchmesser der Hornhaut mit dem Ophthalmometer gemessen, und die e der Gesichtslinie gegen die Hornhautaxe bestimmt wurde. Dann wurde ein feiner rechter Faden unmittelbar vor dem Auge ausgespannt, und beobachtet, wie weit das e nach rechts und links blicken musste, damit bald der eine, bald der andere Rand der nhaut hinter den Faden trat. Aus diesem Winkel und der bekannten Breite der Dre- g lässt sich die Lage des Drehpunktes berechnen (Helmholtz).

Die organischen Gewebe, welche das Polster des Auges in der Augenhöhle bilden, sind sich nicht zusammendrückbar. Das Volum des Polsters könnte rasch wohl nur durch ver- erte Blutfülle wechseln, worauf Ortsverrückungen des gesammten Augapfels, namentlich h vorne oder rückwärts, beruhen könnten. Auf der Entleerung des Blutes beruht das inken des Auges in die Augenhöhle nach dem Tode, oder bei starken krankhaften Was- verlusten, die analoge Erscheinung nach erschöpfenden Leiden wird zum Theil auch ch den Schwund des Augenfettpolsters bedingt. Fick und Müller wollen bei forcirter fnung der Augenlider ein Hervortreten des Auges aus der Orbita, etwa um 1 Mm., beob- itet haben.

Augendrehungen. Die Drehung des Augapfels könnte vermöge seiner Befesti- um jede beliebige Axe stattfinden, wozu auch die nöthigen Muskeln vor- en wären. Die Grösse dieser Drehung kann jedoch niemals einen bestimmten übersteigen, da die Augenbewegungen durch die Anheftungsweise der Anta- ten und den Widerstand des Optikusstammes gehemmt werden. Andерer- werden bei den gewöhnlichen Umständen des normalen Sehens durchaus alle möglichen Bewegungen wirklich ausgeführt.

Für die Bewegungen des Auges (Helmholtz) bildet der Drehpunkt den festen t. Beide Augen fixiren bei normalem Sehen ein und denselben äusseren t: Fixationspunkt oder für unsere gegenwärtigen Betrachtungen nach holtz Blickpunkt. Die gerade Linie, welche den Blickpunkt mit dem punkt verbindet, heisst Blicklinie, sie fällt annähernd mit der Gesichts- zusammen. Eine durch beide Blicklinien gelegte Ebene heisst Blickebene. Verbindungslinie der Drehpunkte, welche mit den beiden im Blickpunkt zu- nenlaufenden Blicklinien ein Dreieck einschliesst, wird als Grundlinie be- net. Die Medianebene des Kopfes, welche den Kopf in zwei symmetrische en theilt, schneidet die Grundlinie in ihrem Mittelpunkt und die Blickebene

in der Medianlinie der Blickebene. Der Blickpunkt kann gehol gesenkt, d. h. stirnwärts oder kinnwärts bewegt werden. Das Feld, w zu durchlaufen vermag, welches wir uns als Theil einer Kugeloberfläch Mittelpunkt im Drehpunkt liegt, denken, wird als Blickfeld bezeichn weniger ausgedehnt als das Gesichtsfeld. Nehmen wir eine bestimmte Blickebene als Anfangslage an, so kann jede neue Lage der Blickebene werden durch den Winkel, den diese mit der Anfangslage bildet. Der Wi als Erhebungswinkel des Blickes bezeichnet und positiv gerechn die Blickebene gehoben, d. h. stirnwärts verschoben wird, dagegen negat die Blickebene gesenkt, d. h. kinnwärts verschoben wird. Die Blickli Auges kann in der Blickebene lateralwärts oder medianwärts gewen den, was Seitenwendung des Blickes heisst, die Grösse derselben wird d Seitenwendungswinkel gemessen, d. h. durch den Winkel, we Richtung der Blicklinie mit der Medianlinie der Blickebene bildet. Du hebungswinkel und Seitenwendungswinkel ist die Richt Blicklinie bestimmt, nicht aber die Stellung des Auges. apfel kann noch Drehungen um die Blicklinie als Axe ausführen. artigen Drehungen dreht sich die Iris um die Blicklinie wie ein Rad um di werden daher als Raddrehungen bezeichnet. Die Grösse der Raddrehun durch den Winkel gemessen werden, den eine im Auge feststehende I der Blickebene macht. Als solche feste Ebene nimmt Helmholtz den Ne horizont an, er fällt mit der Blickebene zusammen, wenn der Blick bei der Medianebene des Kopfes parallel in aufrechter Kopfhaltung nach den lich entfernten Horizont gerichtet ist. Den Winkel, welchen Netzhauthor Blickebene bei den Raddrehungen des Auges mit einander bilden, bezeic als Raddrehungswinkel des Auges, er wird positiv gerechnet, das Auge wie der Zeiger einer von ihm betrachteten Uhr gedreht hat, das obere Ende des vertikalen Netzhautmeridians nach rechts abgew

Sind die Blicklinien dauernd parallel, überblickt ein emmetropisc z. B. eine Reihe weit entfernter Gegenstände, so gehört (Donders), wenn der Blicklinie in Beziehung zum Kopf gegeben ist, dazu auch ein bestim veränderlicher Werth der Raddrehung d. h. der Raddrehungswinkel je ist bei parallelen Blicklinien eine Funktion nur von dem Erhebungsw dem Seitenwandungswinkel (Helmholtz). Die Stellung des Kopfes ist d kommen gleichgiltig.

Das Auge führt seine normalen Bewegungen entweder ohne oder drehung aus, reine Raddrehungen kommen normal nicht vor.

Als Primärstellung der Augen wird von den verschiedenen Augenstellungen diejenige bezeichnet, von der aus der Blick gerade oder unten, gerade nach rechts oder links gewendet werden kann, ohne Raddrehungen des Auges erfolgen. Die Primärstellung ist die Ruhelage bei parallelen Blicklinien und entspricht einer mittleren Lage der Blicke muss übrigens bei den betreffenden Beobachtungen für jedes Auge direkt werden.

Aus den oben gegebenen Definitionen ergiebt sich, dass der Blickp der Primärstellung auf jeden beliebigen Punkt des Blickfeldes ohne Rad eingestellt werden könnte. Der Blickpunkt kann sowohl auf- und abw

-l- und medianwärts verschoben werden, mit anderen Worten, er kann um Queraxe (bei Bewegungen des Auges nach auf- und abwärts) und um seine -axe (bei den seitlichen Bewegungen des Auges) gedreht werden. Alle schrägen -gungen liessen sich ebenfalls um diese beiden Axen ausführen, da sich alle -gen Bewegungen zurückführen lassen auf eine Rotation, zuerst um die Höhen- -dann um die Queraxe.

Von allen den möglichen Bewegungen werden aber ohne Raddrehung des -s nur reine Erhebung oder Senkung des Auges ohne Sei-tenabweichung und reine Seitenabweichung ohne Erhebung oder -kung ausgeführt. Man bezeichnet die aus diesen Bewegungen hervorgehen- Stellungen des Auges als Sekundärstellungen. Als Tertiärstel- -en des Auges werden diejenigen bezeichnet, bei denen zu den Drehungen -ie Höhen- und Queraxen noch Raddrehungen hinzukommen. Der Rad- -ungswinkel wächst nach DONDERS, wie wir sahen, mit dem Erhebungs- und -nwendungswinkel, bei extremen Stellungen kann die Drehung mehr als 10° -gen. In erhobener Stellung der Blickebene sind mit Seitenwendungen nach -s Raddrehungen des Auges nach links, und mit Seitenwendungen nach links -rehungen nach rechts verbunden. In gesenkter Stellung der Blickebene dagegen -n Seitenwendungen nach rechts auch Raddrehungen nach rechts und Seiten- -ungen nach links Raddrehungen nach links. Mit anderen Worten: Wenn -rhebungs- und Seitenwendungswinkel dasselbe Vorzeichen haben, ist die -rehung negativ, wenn jene ungleiches Vorzeichen haben, ist die Raddrehung -iv. Bei gleicher Erhebung oder Senkung der Blickebene ist die Raddrehung -o stärker, je grösser die seitliche Abweichung, und bei gleicher Seitenwen- - um so stärker, je grösser die Erhebung oder Senkung ist.

LISTING hat das weitere allgemeine Bewegungsgesetz für parallel gerichtete em- -opische Augen aufgestellt, man kann (HELMHOLTZ) das LISTING'sche Gesetz -ndermaassen aussprechen: Wenn die Blicklinie aus ihrer Primär- -llung übergeführt wird in irgend eine andere Stellung, so -die Raddrehung des Augapfels in dieser zweiten Stellung -e solche, als wäre er um eine feste Axe gedreht worden, die -ersten und zweiten Richtung der Blicklinie senkrecht steht.

Bei konvergirenden Sehaxen treten um so grössere Abweichungen von den bei parallelen -axen geltenden Gesetzmässigkeiten der Augen ein, je grösser die Konvergenz wird. -e allgemeine Formulirung haben die hieher gehörigen Erfahrungen noch nicht gefunden. -ch WUND findet bei den Bewegungen des Auges zu Tertiärstellungen ein Axenwechsel -ll, sodass die Sehaxe leicht gekrümmte Bogenlinien beschreibt.

Das LISTING'sche Gesetz entspricht dem HELMHOLTZ'schen Principe der leichtesten -entirung. Mit jeder Abweichung der Blicklinie aus der Primärstellung ist ein fixer -rth der Raddrehung und eine bestimmte Augenstellung verbunden. Bewegen wir also -er Auge in dem Blickfelde hin und her, so bleibt die relative Stellung der peripherischen - stehenden Objekte zu dem gerade fixirten immer dieselbe, sie würde sich ändern -ssen, wenn nicht mit jeder Augenstellung eine bestimmte Raddrehung verbunden wäre. -hende Objekte nehmen also immer dieselbe relative Stellung zu den nebenstehenden -n ein, so oft wir unser Auge darauf richten, wodurch die Orientirung, z. B. ob der -tand fest steht oder sich bewegt, wesentlich erleichtert ist. Bei jeder gegebenen -g der Sehaxe und der damit fest verbundenen Raddrehung wird eine senkrechte

Linie, die den Fixationspunkt schneidet, sich immer auf demselben Netzha abbilden.

Die einfachste Methode, um die Raddrehung des Auges zu erkennen, ist mi rer Nachbilder im Auge, deren Stellung man mit vertikalen und horizontalen Li Wand vergleicht. Man hat zuerst die Primärstellung der Augen aufzusuchen. B tiärstellungen ändert sich dann, dem oben gegebenen Gesetze entsprechend, d des Nachbildes zu den feststehenden Linien der Wand.

Stellung des vertikalen Meridians des Auges bei den verschiedenen Augenstellunge Augenarzt ist die Kenntniss der Stellung des vertikalen Meridians des Au sonderer Bedeutung. Obgleich sich das Folgende aus dem Vorstehenden ableiten hier doch noch einmal gesonderte Darstellung finden.

1. Beim Blick in der horizontalen Medianebene, welche man sic zur Angesichtsfläche durch die die beiden Augencentren verbindende Gerade — Gr gelegt denkt, gerade aus, nach links oder nach rechts ist der vertikale Meridian ni sondern behält seine vertikale Stellung bei. Nach Meissner ist dies genau nu Fall, wenn die Visirebene 45° unter den Horizont geneigt und die Mittellinie se Grundlinie gerichtet ist (Primärstellung).

2. Beim Blick in der vertikalen Medianebene, die in der Mittellinie des Gesic oben genannten horizontalen Medianebene senkrecht steht, gerade aus, nach unten, verhält sich der vertikale Meridian ebenso wie bei der vorhin betracht stellung.

3. Beim Blick diagonal nach links oben sind die vertikalen Meri Augen parallel nach links geneigt.

4. Beim Blick diagonal nach links unten, sind sie analog para rechts geneigt.

5. Beim Blick diagonal nach rechts oben sind die beiden vertikal der Augen parallel nach rechts geneigt.

6. Beim Blick diagonal nach rechts unten sind sie parallel n geneigt.

Augenmuskeln. Wir haben nun noch nach den Muskeln zu fragen, welche eben genannten Stellungen zur Verwendung kommen. Die Muskelebene des R. (Abducens) und des R. internus fällt so ziemlich mit der Aequatorialebene zusammen. Die Rotation kann also, da sie um die Vertikalaxe des Bulbus erfolgt, u des Meridians beim Blick nach aussen und innen erfolgen. Bei den diagonalen lungen ist der Abducens und zwar bei denen nach aussen und oben und na und unten mitbetheiligt. Der R. internus bei der Stellung nach oben und i nach unten und aussen; bei diesen Stellungen betheiligen sie sich auch an len Meridianneigung, sodass bei Ausfall ihrer Wirkungen, z. B. bei Lähmung de andern derselben, der Meridian in dem betroffenen Auge falsch geneigt wi Diagnose der Motilitätsstörungen der Augen vorzugsweise benützt wird.

Die Muskelebene des Rect. superior und inferior ist von vorn und hinten und innen gegen den vertikalen Meridian geneigt; also fällt auch die D nicht mit dem Querdurchmesser des Auges zusammen, sondern ist schief gegen Der Rect. superior rollt nach oben und innen und neigt dabei den Meridian Der R. inferior rollt nach oben und innen und neigt den Meridian nach aussen. nach aussen sind ihre Drehbewegungen auf den Bulbus am deutlichsten, beim Cornea nach innen ihre Wirkungen auf den Meridian.

Bei dem Obliquus superior (Trochlearis) und Obliq. inferior ist d ebene so gegen den horizontalen Meridian geneigt, dass das innere Ende nach v äussere nach hinten von ihm gelegen ist. Der Obliquus superior dreht die Co unten und aussen und neigt den vertikalen Meridian nach innen; der Obl. inferior Cornea nach oben und aussen und neigt den Meridian auch nach aussen. Den Hau

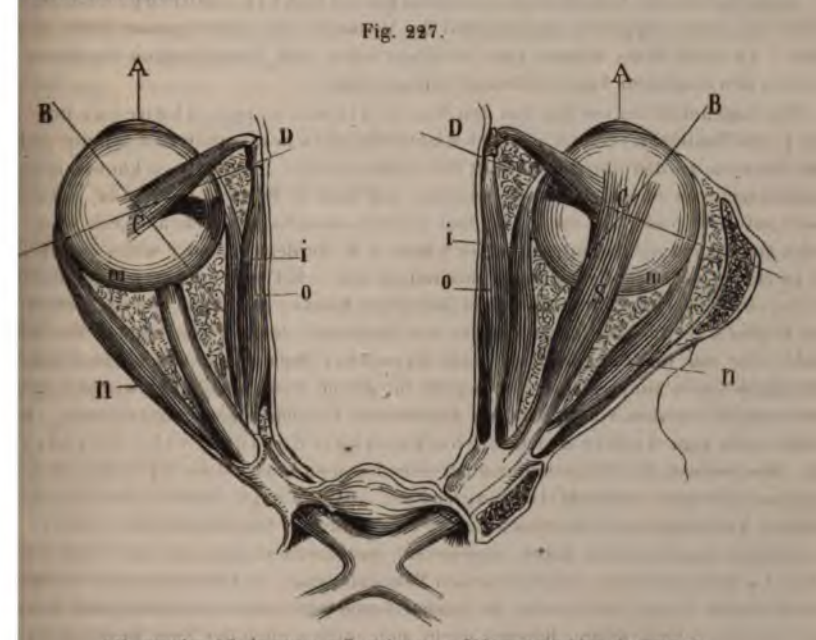
e Drehung der Cornea besitzen sie bei deren Stellung nach innen, hier wird der Aus-rer Wirkungen am deutlichsten. Den Meridian neigen sie am stärksten bei der Stel-ıach aussen.

ɛᴛᴇ und Fɪᴄᴋ haben ohngefähr in der Primärstellung des Auges die Winkel gemessen, e die Drehaxe der Augenmuskeln bildet mit der Sehaxe, Queraxe und Höhenaxe des , wodurch die Lage der Drehaxe vollkommen bestimmt ist. Fɪᴄᴋ giebt folgende le:

Muskel	Winkel den die Drehaxe bildet mit der:		
	Sehaxe	Höhenaxe	Queraxe
Rectus superior . .	111° 21′	108° 22′	151° 10′
,, inferior . .	63° 37′	114° 28′	37° 49′
,, externus . .	96° 15′	9° 15′	95° 27′
,, internus . .	85° 1′	173° 13′	94° 28′
Obliquus superior .	150° 16′	90°	60° 16′
,, inferior .	29° 24′	90°	119° 44′

s fallen also auch nach diesen Beobachtungen die Drehaxen des Rectus externus und in-s ziemlich genau mit der Höhenaxe zusammen. Die beiden Obliqui liegen hier genau r Horizontalebene.

Fig. 227.



s R. superior, *i* R. internus, *n* R. externus, *o* Obliquus superior, *C* Augapfel.

eim Blick gerade aus sind alle Muskeln im Gleichgewicht, dabei überwiegen die terni etwas vermöge ihrer stärkeren Entwickelung, sodass sich die Sehaxen etwa in Entfernung von 8—12′ schneiden, der Meridian ist nicht geneigt.

m Blick horizontal nach aussen wirkt der R. externus, der Meridian ist geneigt.

eim Blick horizontal nach innen wirkt der R. internus, der Meridian ist nicht gt.

Beim Blick vertikal nach oben wirken gemeinsam der R. superior u inferior, der Meridian ist nicht geneigt.

Beim Blick nach unten kommen der R. inferior und Obl. superior zu der Meridian ist nicht geneigt.

Beim Blick diagonal nach oben und aussen wirken der R. superi ternus und der Obl. inferior zusammen. Der letztere ist bezüglich des Me in seiner Kraftstellung (vergl. oben), er überwiegt und neigt daher den Meridian n

Beim Blick diagonal nach aussen und unten werden der R. inferi ternus und Obl. superior benützt; letzterer überwiegt in Bezug auf die M lung, sodass der Meridian nach innen geneigt ist.

Beim Blick diagonal nach oben und innen wirken der R. superi ternus und Obliq. superior, die Recti sind in Betreff des Meridians in ihr lung und neigen ihn nach innen.

Beim Blick diagonal nach innen und unten sind der R. inferior, d nus und der Obliquus superior betheiligt; der R. inferior überwiegt dabei in Meridians und neigt ihn nach aussen.

Bei jeder Augenstellung sind daher bestimmte Augenmuskeln mehr oder w verkürzt, andere dagegen passiv gedehnt, es ist also mit jeder Augenstellu stimmtes Muskelgefühl verbunden, welches die Beurtheilung der R serer Blicklinie, resp. Sehaxe, wesentlich erleichtert.

Zum Studium der Augenbewegungen dient Ruete's Ophhthalmotrop; elasti stellen an einem doppelten Augenmodell die Muskeln vor, deren genaue Stelle men. An einer Skala können ihre Verlängerungen und Verkürzungen abgeles welche den einzelnen Augenstellnngen entsprechen.

Die Augenmuskeln werden von den Nn. Oculomotorius, Abducens u learis in Thätigkeit versetzt, die beiden letzteren gehen bekanntlich zu den ihnen gen Muskeln, zu den übrigen verläuft der Oculomotorius. Beide Augen können n unabhängig von einander bewegt werden, wir sind z. B. nicht im Stande, mi Auge aufwärts und gleichzeitig mit dem anderen abwärts zu blicken. Auch we Auge zum Sehen nichts beiträgt, wenn wir es z. B. verdecken, oder wenn es e so macht es doch die Bewegungen des andern mit. Bei den normalen Augenb liegen also beide Blicklinien immer in derselben Ebene, sie haben bei aufrech des Kopfes stets dieselbe Neigung gegen den Horizont. Nach vorne können die nicht oder nur in sehr geringem Grade divergiren, dagegen können sie in ein beliebigen Grade konvergiren. Als Ursache für diesen Zusammenhang zwischen bewegungen wurden von J. Müller angeborene Einrichtungen angenommen, stellte dafür sein Gesetz der Gleichmässigkeit der Innervation beid auf. Man rechnet die Erscheinungen der gemeinsamen Innervation der Augenm die Klasse der sogenannten Mitbewegungen. Adamück zeigte, dass wirklich anat gewisse Verknüpfung der nervösen Centralorgane für die Augenbewegung existir derseitigen Augenmuskeln haben gemeinsame motorische Centren in den vorde hügeln und dem Boden der Sylvi'schen Wasserleitung. Auf Reizung eines vor hügels treten immer gleichzeitig an beiden Augen bestimmt vorherzusagende B ein, bei länger fortgesetzter Reizung dreht sich endlich auch der Kopf in demsel Trennt man die vorderen Vierhügel durch einen tiefen Schnitt von einander, s die auf Reizung jeder derselben eintretenden Augenbewegungen auf das Auge de Seite beschränkt.

Kopfbewegungen. Aehnliche Gesetze, wie für die Augenbewegungen, gelten a Bewegungen des Kopfes. Das Princip der gewöhnlichen Kopfbewegung gleiche wie das der Augenbewegungen (Helmholtz). Das Hinterhauptsgelen aus zwei Gelenken, das eine zwischen Hinterhauptsbein und Atlas, das zweite Atlas und zweitem Halswirbel. Das erste Gelenk erlaubt eine Drehung um eine

hts nach links gehende Axe, und in geringerer Ausdehnung auch einer Drehung um rizontal von vorn nach hinten gehende Axe, das zweite Gelenk besitzt nur eine ver- rehungsaxe. Beide Gelenke zusammen gestatten also mässige Drehungen um alle gelegenen Axen. Dazu kommt noch die Beweglichkeit der Halswirbelsäule. Will Augen weit nach rechts oder links wenden, so dreht sich der Kopf um die senk- Axe im unteren Gelenk. Wenden wir den Blick gerade nach oben oder nach unten, sich der Kopf um die horizontal von rechts nach links gehende Drehungsaxe der öpfe des Hinterhauptsbeins. Wird er aber schräg nach rechts und oben gekehrt, t er sich, wie das Auge, um eine von oben rechts nach unten links gehende Axe, so- e rechte Seite des Kopfes höher zu stehen kommt als die linke. Beim Blick nach echts kommt die rechte Seite des Kopfes tiefer zu stehen.

Das monokulare Gesichtsfeld.

dem gewöhnlichen Gebrauche unserer Augen betrachten wir stets mit bei- gen zugleich die Gesichtsobjekte und lassen zur Beurtheilung derselben wegungen der Augen, des Kopfes und wohl auch des ganzen Körpers hin- . Es erwachsen aus dieser Vereinigung für unser Sehvermögen wesentliche e, aber auch schon mit Benützung eines Auges können wir uns bis zu ewissen Grade richtige Vorstellungen über die räumlichen Verhältnisse r Dinge der Aussenwelt bilden. In welcher Weise dies erfolgt, soll zuerst t werden (nach Helmholtz).

Stellung, welche ein leuchtender Punkt zu unserem Auge einnimmt, Richtung, ist dadurch zu finden, dass wir von dem Netzhautbild eine Linie, Gesichtslinie, durch den Knotenpunkt des Auges ziehen. Wir unächst, dass der leuchtende Punkt vor dem Auge innerhalb dieser Linie uss*).

ne weitere Unterstützung unserer Wahrnehmung bleibt es uns aber voll- unbekannt, auf welchem Punkte der die Richtung des gesehenen Objek- mmenden Linie, also in welcher Entfernung vor dem Auge sich der leuch- nkt befindet**). Betrachten wir z. B. weit entfernte Gegenstände, welche früheren Erfahrungen über ihre Farbe, Form, Grösse etc. keine Anhalts- zur Deutung unserer Gesichtswahrnehmungen bieten, wie z. B. die Ge- s Himmels, so erscheinen sie uns, obwohl sie in Wahrheit nach den drei onen des Raumes vertheilt sind, nur nach zwei Dimensionen ausgebreitet. mgrösse, welche nur zwei Dimensionen erkennen lässt, ist aber eine . Wenn wir also beim Sehen die Dimension der Entfernung nicht mehr rscheiden vermögen, so nehmen wir die Gegenstände nicht mehr wirklich , sondern nur in einer scheinbar flächenhaften Anordnung ver- ahr. Diese imaginäre flächenhafte Anordnung der gesehenen Objekte Gesichtsfeld bezeichnet.

ch wenn unser Gesichtssinn, z. B. bei binokularem Sehen uns vollständig und richtige Anschauungen über die wahre Vertheilung der Objekte im verschafft, so überzeugen wir uns leicht, wenn wir mit unserem Blick über

*) Das Nähere über die Richtung des Sehens wird im folgenden Paragraphen beigebracht.

**) Ueber den Einfluss des Akkommodationsgefühls zur Schätzung der Entfernung ge- er Objekte cf. S. 790.

wahre Stellung der Objekte wird primär nicht aus dem Netzhautbild, nur aus den Erfahrungen beurtheilt, die wir vermittelst unserer Körpergen uns von dem Orte im Raume gebildet haben, von dem aus die be- Lokalzeichen unserer Netzhaut normal hervorgerufen werden. Diese mungen sind also keine reinen Empfindungen, sondern Akte unseres

senwahrnehmung. Unser Urtheil über die relative Grösse verschieden bjekte, welche gleich weit von dem Auge entfernt sind, beruht theils Bewusstwerden der verschiedenen Grösse der Augenbewegungen, welche dig sind, um die verschiedenen Punkte ihres Umfangs zu fixiren, theils verschiedenen Umfang der von ihnen erregten Netzhautpartieen (Grösse hautbildes), die wir direkt als verschiedene Grössen im Gesichtsfelde en. Da das Gesichtsfeld für unsere Vorstellung keine bestimmte Grösse können wir die absolute Grösse eines Gegenstandes nur durch Zuhülfe- nderweitig, namentlich durch den Tastsinn, gewonnener Erfahrungen . Zu der Wahrnehmung der Grösse des Netzhautbildes muss dabei dann esmal eine Schätzung der Entfernung hinzukommen, da wir durch Er- wissen, dass mit der Entfernung der Umfang des Netzhautbildes, der s leuchtende Objekt erregten Netzhautstelle, resp. der Umfang, den das n Gesichtsfeld einnimmt, kleiner wird.

HNER und VOLKMANN haben Versuche über die Genauigkeit in der Vergleichung sehr von einander verschiedener Abstände im Gesichtsfeld angestellt. FECHNER stellte die eines Zirkels auf verschiedene Entfernungen ein und versuchte den Spitzen eines Zirkels nach dem Augenmaasse gleiche Entfernung wie denen des ersten zu geben. ANN hing drei Fäden, die durch Gewichte gespannt wurden, verschiebbar gegen ein- uf, und suchte nach dem Augenmaasse ihre Abstände gleich zu machen, oder er hte feinen, parallelen, durch Mikrometerschrauben beweglichen Silberfäden gleiche zen zu geben. Der mittlere Fehler bei diesen Beobachtungen macht für densel- obachter stets nahezu den gleichen Bruchtheil der ganzen verglichenen Länge aus, sich auch in diesen Versuchen die Richtigkeit des FECHNER'schen psychophysi- Gesetzes bewährte, welches lehrt, dass die unterscheidbaren Differenzen der dungsgrössen der gesammten Grösse des Empfundenen proportional sind. Die Ver- ng horizontaler Längen mit vertikalen zeigt noch ausserdem einen weiteren konstan- ler, indem wir vertikale Linien für länger halten als gleich lange horizontale. Auch rgleichung zwischen zwei vertikalen Linien fällt ungenauer aus als zwischen zwei talen. Bei VOLKMANN war bei der letztangegebenen Versuchsmethode der konstante bei Beurlheilung horizontaler Abstände $\frac{1}{79,1}$, bei vertikalen stieg er bis auf $\frac{1}{45,1}$.
r Vergleichung ungleicher Abstände fand VOLKMANN auch konstante Fehler, nach n die links liegende Distanz immer etwas zu gross gemacht wird im Verhältniss zur liegenden. Mit grosser Schärfe können wir den Parallelismus zweier Linien beurthei- agegen erscheint in einem richtig gezeichneten, gleichseitigen Dreieck, dessen eine orizontal liegt, der Winkel an der Spitze immer kleiner als die Winkel an der Basis. Abmessung von Distanzen gelingt auch bei vollkommen ruhender Netzhaut, aber iel ungenauer als mit Zuhülfenehmen der Augenbewegungen. Besonders ist dadurch aue Vergleichung beeinträchtigt, dass Linien, die auf den peripherischen Theilen des tsfeldes oder der Netzhaut gerade erscheinen sollen, in Wahrheit gegen den Fixa- nkt konvex gekrümmt sein müssen. Gerade Linien erscheinen entsprechend umge- ekrümmt. Um diese betreffenden Wahrnehmungeu zu machen, müssen andere Ob- ur Orientirung fehlen. Da bei Ausschluss der Augenbewegungen unser Augenmaass

perdrehungen nothwendig werden können, so ändert das N
nicht, wir schliessen aber aus dem Bewusstwerden der Gr
Zweck der fortgesetzten Fixation gemachten Bewegungen au
des Objektes. Nach den Beobachtungen VIERORDT's schei
wegungen subjektiv verlangsamt, langsamere dagegen besc

Richtungstäuschungen. Um die Richtung gesehener O
können, müssen wir ein genaues Bewusstsein von der Stellung
Kopfes und unseres ganzen Körpers haben. Sowie das Bewusstsein
tungen gefälscht wird, so treten Richtungstäuschungen auf. Versch
mit dem Finger, während das andere geschlossen ist, wobei eine A
lung ohne die normal mit einer solchen verbundenen Muskelgefühle
nen in Folge davon die Gesichtsobjekte verschoben. Betrachtet ma
Linie in einem sonst dunklen Raum, oder bei Tageslicht eine Linie
gleichmässigem Hintergrund, und neigt den Kopf gegen die Schul
eine scheinbare Drehung nach der der Kopfdrehung entgegenge
Drehung der Linie erreicht ihr Maximum 45⁰, bei einer Kopfdrehu
nach unten gerichtetem Kopf erscheint die Linie wieder senkrecht
zur Orientirung benützt werden können, verschwindet die Täuschu

Die relative Richtung zweier Linien beurtheilen wir falsch, w
Linien unser Urtheil stören. Parallele Linien werden scheinbar ko
je nachdem wir schräge Seitenstriche auf sie auffallen lassen (ZÖLLN

Grössentäuschungen müssen, wie aus dem Obengesagt
dann eintreten, wenn wir die Entfernung eines Objektes falsch beu
die Entfernuug eines Objektes von unserem Auge taxiren, desto grö
dem Sehen in die Ferne kann, wenn wir die Entfernung falsch beurt
die sich nahe an unserem Auge vorbei bewegt, sehr gross erschein
uns am Horizont grösser als hoch am Himmel, z. Thl. darum weil de
sentlich kleiner scheint als der Abstand des Horizonts. Die Linie
Horizont, auf welcher sich eine Anzahl von Objekten befindet, sch

Gesichtsfeld. Bekannt ist das scheinbare Fortrücken der Landschaft in entgegen- Richtung, wie es bei der Bewegung des Fahrens stattfindet. Machen unsere Augen rliche und unbewusste Bewegungen, so scheinen, wie im Schwindel, die gesehenen zu schwanken. Blickt man längere Zeit von einer Brücke in schnell fliessendes so bekommt man nach einiger Zeit die Empfindung, als ob man mit der Brücke in gesetzter Richtung wie das nun ruhig scheinende Wasser bewegt würde. Ein sich wegender Körper, den man durch den elektrischen Funken nur momentan beleuch-, scheint zu ruhen, weil in der minimalen Zeitdauer des elektrischen Funkens das d nicht merklich weiter gerückt ist. Auf einem rasch rotirenden Farbenkreisel man bei der momentanen Beleuchtung mit dem elektrischen Funken die Farben- gesondert, ohne dass eine Mischungsempfindung eintritt.

üllung des blinden Flecks. Das Gesichtsfeld ist, wie wir oben sahen, das nach aussen projicirten Netzhaut, die Grenzen des Gesichtsfeldes entsprechen den der Netzhaut. Die Lücke in den lichtempfindlichen Apparaten der Netzhaut, die stelle des Sehnerven, der sogenannte blinde Fleck des Auges (S. 766), bedingt auch ke im Gesichtsfeld. Wir sind für gewöhnlich aber nicht im Stande, diese Lücke im feld wahrzunehmen. Bei dem Sehen mit beiden Augen wird der Mangel der ung am blinden Fleck des einen Auges durch die statthabenden Empfindungen im Auge, in welchem dem blinden Fleck eine lichtempfindliche Stelle entspricht, weise ausgeglichen. Aber auch, wenn wir mit dem einen, unbewegten Auge das feld betrachten, so erkennen wir die Lücke nicht. Die auf die Lücke fallenden Ob- s Sehfeldes verschwinden einfach. Eine Linie, deren Ende auf die Lücke im Ge- de trifft, scheint verkürzt. Heften wir den Blick eines Auges auf eine gleichmässig und gefärbte Fläche, so erscheint, trotz der durch den blinden Fleck bedingten die ganze Fläche, also auch der dem blinden Fleck entsprechende Theil derselben, Farbe des Grundes. Nach E. H. Weber, Volkmann u. A. füllen wir mittelst der dungen der benachbarten Netzhauttheile die Lücke aus, und zwar so, wie es unse- theil nach am einfachsten und wahrscheinlichsten ist, und wie es unseren ngen von den Gestalten der Dinge entspricht.

Richtung des Sehens.

haben erfahren, dass wir die Richtung der Gesichtslinie, die mit der Stellung des egen den Kopf oder den ganzen Körper wechselt, im Allgemeinen richtig beurtheilen aus richtige Schlüsse auf die Richtung der gesehenen Objekte ziehen können. Es diese Fähigkeit, wie oben angedeutet, auf dem Muskelgefühl. Wir dürfen uns ht vorstellen, dass wir dabei die Richtung unserer Gesichtslinie nach der wirk- tellung des Augapfels oder nach der von der Stellung abhängigen Verlängerung rkürzung der Augenmuskeln beurtheilen. Verlagern wir den Augapfel, z. B. durch ck, so glauben wir Bewegungen der Objekte zu sehen, zum Beweise, dass wir uns chtige Vorstellung von der stattfindenden Lageveränderung unseres Auges oder von ei gleichzeitig hervorgerufenen Muskeldehnungen zu machen im Stande sind. Die tungen erweisen, dass wir die Richtung der Gesichtslinie nur beurtheilen nach der sanstrengung, durch die wir eine Aenderung in der Stellung des Auges hervor- streben. Jedem solchen Willensimpulse entspricht als direkt wahrnehmbare Folge geveränderung der Objekte im Sehfeld. In diesen Veränderungen haben wir eine für den Erfolg des Willenseinflusses, und diese Kontrole des Erfolgs muss be- stattfinden, wenn richtige Urtheile über die Richtung der Gesichtslinie und der fixir- enstände gefällt werden sollen. Nach dieser Seite eintretende Täuschungen sind für fassung der hier obwaltenden Verhältnisse sehr lehrreich. Hat man sich längere müht, ein bewegtes Objekt zu fixiren, so stellt sich Schwindel ein, es scheinen hende Objekte in der entgegengesetzten Richtung sich zu bewegen. Es beruht diese

Scheinbewegung auf einer Fälschung unseres Urtheils über die zur Fixirung kelgefühle. Nach Seite 788 scheinen einem in einem Wagen rasch Fahrend genstände, an denen er vorüberfährt, in entgegengesetzter Richtung si bewegen. Will der Fahrende einen der Gegenstände am Wege fixiren, Augen rasch der Richtung des Wagens entgegen bewegen. Dadurch gew zu diesem Zwecke ausgeübten Willensimpulse als überhaupt für die Fixati nöthig zu halten, und macht die entsprechenden Augenbewegungen na auch bei der Fixation ruhender Objekte, die dadurch die Scheinbewegung log ist die Erklärung des Gesichtsschwindels nach Drehbewegungen des oben angeführte Phänomen, dass ein von einer Brücke aus einem rasch längere Zeit Entgegenblickender die Brücke und sich stromaufwärts glaubt.

Auch noch bei dem ausgebildeten Auge ist also nur durch ununterbroch mit den Resultaten der anderweitigen Sinneswahrnehmungen, vor allen Tastsinnes, eine genaue Orientirung vermittelst des Gesichtssinnes möglic also mit keiner etwa angeborenen Fähigkeit zu thun, wenn wir das gegen die Richtung der Gesichtslinie verlegen, wir thun das in Folge einer w zu der die Stellung des Netzhautbildes an sich nichts beiträgt. An und für die Gesichtsempfindungen keine Vorstellung von der Richtung des Geseh solche Vorstellungen zu erzeugen, müssen erst mannichfache Erfahrungen anderer Sinneswahrnehmungen hinzutreten. Unstreitig der wichtigste Si dung der Raumvorstellung ist der Tastsinn; nach den mit seiner Hülfe g taten unserer Erfahrung lernen wir die an sich unräumlichen Netzhaute ten. Darin findet die Frage ihre Beantwortung, warum wir die Obj sehen trotz des verkehrten Netzhautbildes, wie wir schon oben di andeuteten (S. 786).

Man hat gewöhnlich die Annahme gemacht, dass jedes Auge die ges die Richtung der S. 740 definirten Richtungslinien der beiden Augen ve Beobachtungen HERING's muss diese Annahme wesentlich modificirt werd liches Sehen geschieht mit zwei Augen, und wir lernen unmittelbar aus die Lage kennen, welche die gesehenen Objekte nicht zu einem unserer A beiden oder vielmehr zur Mittellinie unseres gesammten Körpers einne durchaus nicht geübt, die verschiedenen Richtungen beider Augen von ei scheiden. Wir meinen nur mit einem Gesichtsorgane zu sehen, das wi zwischen beiden Augen ein imaginäres Cyklopenauge denken könn ginäre einfache Auge ist auf den gemeinsamen Fixationspunkt beider Auge Raddrehung erfolgt nach denselben Gesetzen wie in den beiden Augen. dann die Netzhautbilder aus einem der wirklichen Augen in das Cyklope in der gleichen Anordnung, in welcher sie sich dort finden, dann werd des Netzhautbildes nach aussen projicirt in den Richtu imaginären Cyklopenauges.

In Bezug auf die Lokalisirung der entoptischen und subjektiven Wahrne Gesetz, dass jeder Eindruck auf die Netzhaut in denjenigen Theil des Ges wird, wo ein äusseres Objekt erscheinen würde, welches passend gel sein Licht die entsprechenden Netzhautstellen zu beleuchten (HELMHOLTZ).

Wahrnehmung der Tiefendimension.

Das einzelne Auge belehrt uns zunächst nur über die Richtu ein gesehener Punkt liegt (HELMHOLTZ). Zur Schätzung der Entfern vom Auge besitzt es direkt nur das Gefühl über seinen Akkom

lches aber nur sehr ungenaue Bestimmungen zulässt. Wenn sich der nkt in der Gesichtslinie, resp. Visirlinie hin- und herbewegt, so gleichmässigem Akkommodationszustand Nichts als die Grösse des reises, der auf der Netzhaut entworfen wird, verändern. Aber auch rung fehlt, wie wir wissen, gänzlich, so lange die Hin- und Her- betreffenden Punktes innerhalb der Grenzen der CZERMAK'schen ationslinie (S. 742) vor sich geht.

wie wir sahen, durch die Benützung des einen Auges direkt nur fte Raumanschauung vermittelt, zur Erkenntniss der Tiefendimen- umes ist die Benützung der beiden Augen von wesentlichem

neinen lassen sich die Hülfsmittel, welche wir zur Beurtheilung der limension besitzen, eintheilen in Vorstellung des Abstandes, r Erfahrung über die uns schon anderweitig bekannte besondere der gesehenen Objekte entnehmen, und in Wahrnehmungen ds, welche sich direkt auf Empfindungen beziehen (HELMHOLTZ). stellungen über den Abstand gesehener Objekte sind von beider Augen zum Sehen, von dem Gefühle einer Akkommodations- von Benützung von Augenbewegungen oder Körperbewegungen voll- hängig. Zunächst kommen hier unsere Kenntnisse über die Grösse Objekte in Betracht. Je entfernter ein Gegenstand ist, desto klei- sto kleinerem Gesichtswinkel erscheint er. Wir können also aus der Grösse des Netzhautbildchens, resp. des Gesichtswinkels eines Gegen- bekannter Grösse, z. B. eines Menschen die Entfernung in der er befindet, nach einiger Uebung sehr genau schätzen oder nach direk- es Gesichtswinkels berechnen, z. B. zu militärischen Zwecken. Bei lche, wie Häuser, Bäume, Kulturpflanzen etc. grössere Schwan- Durchschnittsgrösse zeigen als der Mensch (oder Hausthiere), ge- prechend die Entfernungsschätzung oder Berechnung weniger genau. lie wahre Grösse eines entfernten Gegenstandes Nichts bekannt, so wir sie meist sehr bedeutend, wie Bewohner der Ebene die Höhe die Entfernung innerhalb derselben für weit geringer anschlagen, h sind. Auch die Kenntniss der Form der gesehenen Objekte kann ihrer Entfernung mit beigezogen werden, namentlich dann, wenn sich zum Theil decken, woraus wir schliessen, dass das deckende e als das gedeckte. Kennen wir aus Erfahrung an Körpern eine ge- ässigkeit, wie z. B. an einem Haus, einem Tisch, Cylinder etc., so hon, um uns den Eindruck der Körperlichkeit und scheinbares Her- l Zurückweichen der einzelnen Theile desselben hervorzurufen. nag in diesem Falle ein richtiges perspektivisches, namentlich gut d, während die beste auch photographische Abbildung von Gegen- n Form uns unbekannt ist, uns kaum eine annähernde Anschauung perliche Form gewähren kann. Je nach ihrer Neigung gegen die ein- hlen zeigen die Flächen eines Körpers verschiedenartige Beleuch- chlagschatten, den er wirft, giebt uns Aufschluss, wie die be- rper zu ihm gelagert sind. So dient die Beleuchtung auch bei der Entfernung eines gesehenen Gegenstandes. Für entfernte Gegen-

stände hilft ausser der eigentlichen Beleuchtung noch die Luftp mit. Unter Luftperspektive versteht man bekanntlich die Trüben veränderung der Bilder ferner Objekte wegen der unvollkommene keit der vor ihnen liegenden Luftschichten. Die Farbenverände der Dicke der Luftschichte zwischen dem beobachtenden Auge u zu. Sind die fernen Gegenstände dunkler als die vorliegende L z. B. ferne Berge, so erscheinen sie blau, sind sie heller, so ersch untergehende Sonne roth. Die Durchsichtigkeit der Luft ist aber Zeiten, an verschiedenen Orten so schwankend, dass sie zahlre schungen über die Entfernung der gesehenen Objekte hervorru der Luft im Hochgebirge, welche auch relativ ferne Gegenstände und fast ohne Veränderung ihrer Farbe durch Luftperspektive betheiligt sich für die Bewohner von Tiefebenen mit dem oben ang um ihnen die Grössen- und Entfernungsverhältnisse in den Be scheinen zu lassen; erst fortgesetzte Uebung durch Ersteigun durch Wandern in ihren Thälern bringt eine richtige Schätzung Wege. Auch an der oben erwähnten Vergrösserung des Mondes die Luftperspektive entschiedenen Antheil.

Es ist unzweifelhaft, und bei Kindern ist es durch Beobach leicht und sicher nachzuweisen, dass wir die Gesetze der Beleuc schattens, der Lufttrübung, der perspektivischen Darstellung u schiedener Körper, die Grösse der Menschen und Thiere etc., die lung der Körperformen und Entfernungen benützen, erst durch gelernt haben und unsere Kenntniss durch Uebung verfeinern. der auf diesen Erfahrungen begründeten Anschauungen über di körperlichen Verhältnisse der gesehenen Objekte ein Akt des Ur aber es fehlt uns in den meisten Fällen davon jedes Bewusstsein nen der Vorstellungen geschehen nicht bewusst und nicht will ganz analog wie bei den unmittelbaren Wahrnehmungen wie d zwingende Macht, wie durch eine blinde Naturgewalt hervorge uns Anschauungen von der räumlichen Anordnung der Körper sinnlicher Lebhaftigkeit; es ist das von der grössten Wichtigkeit Beurtheilung unserer scheinbar objektiven Sinneseindrücke (Hel

Die zweite Klasse der Hülfsmittel, die wir zur Beurtheilung dimension besitzen, sind wirkliche Wahrnehmungen d Diese beruhen auf dem Gefühl der Akkommodationsanstre Benützung von Bewegungen des Kopfes und des ga bei der Beobachtung, und auf dem gleichzeitigen Gebr Augen.

Schon oben wurde erwähnt, dass und warum die Akkom nur äusserst unvollkommene Hülfsmittel zur Beurtheilung der Ent Wund machte Versuche darüber, indem er mit einem Auge du eines feststehenden Schirmes nach einem vertikal ausgespann blickte. Ueber die absolute Entfernung konnten so gut wie k macht werden. Eine Annäherung des Fadens an das Auge wur kannt als eine Entfernung desselben, im ersten Falle kam d

dationsanstrengung zum Bewusstsein, mit Ermüdung der Akkommoda-
wachsende Unsicherheit der Beurtheilung der Wahrnehmungen ein.

r all den bisher genannten Mitteln zur Schätzung der Entfernung steht
heit obenan die Vergleichung der **perspektivischen Bilder** eines
tandes von verschiedenen Standpunkten aus. Eine solche
ung ist sowohl mit einem Auge als mit Benützung beider Augen
ar. Im ersteren Falle beobachten wir die perspektivische Verschiebung
bewegen des Kopfes und des Körpers; gebrauchen wir beide Augen, so
gleichzeitig zwei perspektivisch verschiedene Bilder von demselben
nde.

äugige Personen scheinen sich des Mittels der perspektivischen Ver-
g der Objekte bei Kopf- und Körperbewegungen vorzüglich zu ihrer Be-
g der Entfernung zu bedienen. Wenn wir uns vorwärts bewegen, so
eitlich von uns gelegene ruhende Gegenstände hinter uns zurück, sie glei-
erem Gesichtsfelde scheinbar in entgegengesetzter Richtung, als wir fort-
an uns vorüber. Je näher die Gegenstände sich uns befinden, desto
t diese Scheinbewegung, fernere Gegenstände zeigen sie auch, aber mit
nder Entfernung langsamer, sehr entfernte Gegenstände wie Sterne be-
so lange wir die Richtung unseres Körpers und Kopfes beibehalten,
en Platz im Gesichtsfelde. Die scheinbare Geschwindigkeit der Winkel-
ung der Gegenstände im Gesichtsfelde gestattet, da sie ihrer wahren
ng umgekehrt proportional ist, sichere Schlüsse auf die wahre Entfer-
urch die gegenseitige Verschiebung, welche dabei die verschieden ent-
egenstände zeigen, wird uns ihre verschiedene Entfernung direkt an-
. Die entfernteren Objekte bewegen sich im Vergleich mit den näheren
r in der Bewegungsrichtung des Beobachters vorwärts, die näheren um-
scheinbar rückwärts. Bekanntlich beruht die Bestimmung der Fixstern-
ngen (resp. Parallaxen) auf derselben scheinbaren Verschiebung, wobei
Fortbewegung des Beobachters nicht durch seine eigenen Körperbewe-
sondern durch die Bewegung der Erde um die Sonne besorgt wird.

binokularem Sehen entwirft jedes Auge ein perspektivisches Bild
henen Gegenstandes. Wegen des verschiedenen Standpunktes, den die
ugen gegenüber dem Objekte einnehmen, sind diese Bilder etwas von
verschieden. Die Unterschiede sind dieselben, als ob wir den Gegen-
h erst in dem einen Auge hätten abbilden lassen, und hätten dann das
gerückt um ebensoviel, als die beiden Augen von einander abstehen, sie
mit den oben geschilderten Veränderungen der Bilder durch perspek-
Verschiebung identisch. Auf diese Weise werden ganz ausserordent-
ue sinnliche Anschauungen der Entfernung hervorgerufen. Bekanntlich
der Eindruck der stereoskopischen Abbildungen auf diesem
.

je zwei zusammengehörigen stereoskopischen Bildern stellt das eine die An-
r, wie sie das rechte, die andere die Ansicht, wie sie das linke Auge von dem abgebilde-
ekte bei direkter Betrachtung erhalten würde. Die beiden Bilder sind also von etwas
edenen Gesichtspunkten aufgenommen, sie dürfen einander nicht gleich sein; ver-
mit den Bildern sehr weit entfernter Objekte, müssen die Bilder von näher liegen-
ler Abbildung, welche dem Bilde des rechten Auges entspricht, um so weiter nach

links, in der dem Bilde des linken Auges entsprechenden Abbildung dagegen
nach rechts verschoben sein, je näher die Objekte an den Beschauer heran
wir die beiden Abbildungen so auf einander, dass die Bilder unendlich ent
sich decken, so werden die Bilder von näher gelegenen um so weiter aus e
je näher sie dem Beschauer sind. Diese mit der zunehmenden Annäherun
schauer wachsende Distanz wird als **stereoskopische Parallaxe** bezeich
positiv, wenn die näheren Punkte für das rechte Auge nach links, für das lin
sich verschoben zeigen.

Solche stereoskopische Bilder geben uns dieselbe Anschauung der körp
wie wir sie bei wirklicher Betrachtung des Gegenstandes selbst erhalten. F
tung müssen die Bilder so gleichzeitig vor die beiden Augen gebracht werde
die unendlich entfernten Punkte, die die Bilder darstellen, in der gleichen Ri
nen. Legt man die beiden Bilder so rechts und links neben einander, dass d
gehörigen Punkte etwa um den Abstand der Knotenpunkte der beiden Auge
ters von einander abstehen, und betrachtet sie mit parallel gerichteten Ges
beiden Augen also in gleicher Richtung, so tritt die stereoskopische Täusch
sehen dann scheinbar drei Bilder, von denen das mittlere, mit beiden A
stereoskopisch erscheint, die seitlichen Bilder, von denen das linke nur mi
das rechte nur mit dem linken Auge gesehen wird, erscheinen natürlich e
Instrumente ersonnen, um dem Beobachter die Auffindung und Erhaltung
Augenstellung für das stereoskopische Sehen zu erleichtern, da dasselbe o
einige Uebung voraussetzt. Für die Erzeugung der körperlichen Anschau
diese sogenannten **Stereoskope** ohne wesentlichen Vortheil.

Die Unterschiede der beiden Netzhautbilder, welche zur Wahrnehmun
mension des Raumes führen, werden mit ausserordentlicher Genauigkeit
ausgeführt. Schon die gewöhnlichen stereoskopischen Photographien zeig
merksamer Betrachtung der Contouren vorne stehender Gegenstände die ch
Unterschiede. Das Auge kann bei dem stereoskopischen Sehen noch Unters
welche sonst kaum mit Anwendung künstlicher Messinginstrumente aufgefas
nen, was z. B. zu der bekannten Anwendung des Stereoskops zur Unterschei
nachgeahmter Banknoten von den ächten benutzt wird. Nach den Beob
HELMHOLTZ geschieht die Vergleichung der Netzhautbilder beider Augen zu
stereoskopischen Sehens mit derselben Genauigkeit, mit welchem die klei
(cf. S. 767) von einem und demselben Auge noch gesehen werden.

Mit der zunehmenden Entfernung der Gegenstände nimmt unsere Fähigkei
richtig stereoskopisch zu erkennen, rasch ab, da für die Betrachtung sehr ent
stände die menschlichen Augen nicht weit genug von einander abstehen, um
verschiedene Netzhautbilder zu erhalten. Vergrössert man die Distanz der Au
so erscheint nun auch von entfernten Gegenständen das Relief deutlicher. Zu
dient das **Telestereoskop**.

Die **absolute Entfernung** eines binokular gesehenen Gegens
wenn alle anderen Momente zur Bestimmung fehlen, mittelst des M
geschätzt werden, welches die **Konvergenz unserer auf de
stand eingestellten Augen** hervorrufen. WUND hat messen
darüber angestellt. Auf einen schwarzen vertikal und verschiebbar a
Faden vor einem entfernten gleichmässig weissen Grund blickte er
horizontalen gegen den Faden hin etwas röhrenförmig verlängerten
beiden Augen, sodass er Nichts als einen Theil des Fadens sehen k
Entfernung wurde immer **kleiner** geschätzt, als sie wirklich war. S
nauer als die absoluten Entfernungen gelingt es auf diese Weise Entfer

zu erkennen, die noch wahrgenommen Aenderungen liegen sogar an der des überhaupt Wahrnehmbaren.

reoskope. WHEATSTONE war der erste, welcher ein Stereoskop baute. Das Wesentin dem Instrumente sind zwei nahe neben einander stehende, unter 45° gegen den nt geneigte Spiegel, deren spiegelnde Flächen nach oben gewendet sind. Die beiden ungen, welche stereoskopisch gesehen werden sollen, werden in einiger Entfernung n Spiegeln, parallel mit der Meridianebene des Kopfes des Beschauers, aufgestellt. der beiden Augen des Beobachters sieht auf einen der geneigten Spiegel, von denen seine Abbildung so in das entsprechende Auge reflektirt, als läge das Bild senkrecht dem Auge. Der Eindruck für den Beobachter ist dann so, als sähe er an der betreffenelle nicht die beiden Abbildungen, sondern den räumlich ausgedehnten Gegenstand ben selbst. Durch die Reflexion im Spiegel wird dabei rechts und links verkehrt, sodie stereoskopisch zu sehenden Bilder negative Parallaxe haben müssen. Verbreiteter s eben genannte Instrument, ist das Stereoskop von BREWSTER. Es besteht vor allem wei Prismen mit konvexen Flächen, d. h. den Hälften einer dicken Konvexlinse von deter Brennweite, welche die gleiche optische Wirkung haben, als hätte man eine xlinse mit einem ebenen Prisma verbunden. Die Prismen sind mit ihren Schneiden einander gekehrt, je ein Auge blickt durch ein Prisma. Die beiden stereoskopisch zu den Abbildungen befinden sich neben einander auf demselben Blatte. Jedes Auge durch das Prisma auf die für das Auge berechnete Abbildung, während eine Scheidehindert, dass jedes Auge die für das andere bestimmte Abbildung sehen kann. Die cht von den beiden Abbildungen gegen die Prismen verlaufenden Strahlen werden esen so divergent gemacht, als kämen sie von einem gemeinsamen, in der Mitte zwi- beiden Bildern etwas weiter als diese entfernten Orte her, für den das Auge sich mmodiren kann. An diesem Orte erscheint dann das körperliche Bild. Das Ganze ist ndios in einen passenden Holzkasten eingeschlossen, in welchen das Licht meist er Seite her einfällt, für transparente Bilder fällt es von hinten her ein durch eine eschliffene Glastafel, auf welcher die Bilder liegen. Am auffallendsten sind die Wiren des Stereoskops bei Zeichnungen, welche Körper, z. B. Krystallgestalten, nur im ss darstellen, selbst sehr verwickelte derartige Darstellungen, die ohne Stereoskop n verständlich sind, erscheinen mit seiner Hülfe in deutlich körperlicher Form. Am chendsten wirken die photographischen Abbildungen, bei denen zur richtigen Zeich- g auch noch die vollkommen richtige Schattirung hinzukommt, welche mit Stift oder el niemals in dieser Gleichmässigkeit ausgeführt werden kann.

Ueber die Genauigkeit des stereoskopischen Sehens hat DOVE ein Beispiel gegeben. binirt man zwei mit demselben Stempel, aber aus verschiedenem Metall geschlagene illen, stereoskopisch, so erscheint das körperliche Bild nicht eben, sondern gewölbt schräg liegend. Der Grund liegt darin, dass die Metalle nach dem Prägen sich etwas eichmässig wieder ausdehnen, wodurch Grössenunterschiede entstehen, die so gering bei gewöhnlicher Vergleichung unwahrnehmbar sie sind, doch auf diesem Wege zur rnehmung kommen. Es gehört fast zu den Dingen der Unmöglichkeit, wenn in einer druckerpresse derselbe Satz von Buchstaben zweimal gesetzt wird, die Abstände der staben in beiden Fällen absolut gleich gross zu machen. Kombinirt man daher stekopisch z. B. die entsprechenden Blätter aus einer ersten und einer unverändert gekten oder nachgedruckten zweiten Auflage, so scheinen einzelne Worte und Buchstaben r den anderen zu liegen, während zwei vollkommen gleiche Blätter desselben Drucks erscheinen. Doch können sie in Folge von Unterschieden, veranlasst durch ungleichsige Befeuchtung oder Zerrung auch ein gewölbtes oder schräg liegendes stereoskopis Bild geben. Die stereoskopische Unterscheidung falscher von wahren Werthpapie- beruht auf dem gleichen Principe. Es ist absolut unmöglich, die Abstände der Buchen in der Kopie absolut genau gleich denen im Original zu machen, diese Unterschiede en sich im Stereoskop als Unebenheiten oder Hervortreten einzelner Worte und Buch-

staben. Die ächten Werthpapiere werden meist mit verschiedenen Druckplatten die jeder einzelnen Platte entsprechenden Drucke liegen, stereoskopisch gesehen verschiedenen Ebenen, sodass das Stereoskop dadurch Aufschluss geben kann Druckplatten zum Druck Verwendung gefunden haben. Die Kontrole gleicher auf stereoskopischem Wege stützt sich auf analoge Verhältnisse. Auch von pern, z. B. vom Mond, kann man stereoskopisch zu kombinirende Bilder photographirt zu diesem Zwecke den Mond in zwei verschiedenen Monaten, in denen die Beleuchtung durch die Sonne dieselbe ist. Die geringen Veränder Stellung gegen die Erde genügen dann, ihn nicht nur in Kugelgestalt, sondern nigstens zum Theil, seine Ringgebirge im natürlichen Relief erscheinen zu lassen.

Auf gewisse Fehler in der Beurtheilung von Linienrichtung Sehen mit zwei Augen und Veränderung der Kopfrichtung hat merksam gemacht. Nach seinen Beobachtungen erscheinen diejenigen Linien Visirebene, welche sich auf solchen Meridianen des Auges abbilden, welche des Auges parallel der mittleren Sehrichtung wirklich zur Visirebene vertikal (HELMHOLTZ).

Die Lage aller Linien, welche durch den Fixationspunkt gehen, aber nur recht zu der mittleren Sehrichtung sind, deuten wir nach demselben Princ man auf einer ebenen Fläche einen Stern aus einer Anzahl von Linien, die Punkte schneiden, und fixirt diesen Punkt mit nach oben gerichtetem Blick, nach oben gerichteten Strahlen des Sterns in einer konkaven, die nach unten einer konvexen Kegelfläche zu liegen; umgekehrt, wenn man den Kreuzungs unten gerichtetem Blicke fixirt. Der Theorie aus dem oben zuletzt angeführ folge liegen die betreffenden Linien scheinbar in einer Kegelfläche zweiten Spitze im Fixationspunkt liegt, die ferner durch die beiden Blicklinie Durchschnitt mit der durch die Mittelpunkte der Augen senkrecht zur Visir Ebene eine Ellipse ist, deren vertikale Axe etwas grösser ist als die horizont HAUSEN bestimmte durch Beobachtung die Lage solcher Linien, die zur mit tung bei gehobenem oder gesenktem Blick senkrecht erscheinen. Der Theorie die Messungen gut entsprechen, liegen auch diese Linien in einer durch den und die Blicklinien gehenden Kegelfläche zweiten Grades, die RECKLINGHAU fläche benennt, weil in ihr die zur mittleren Sehrichtung scheinbar liegen. Sie fällt für Augen, welche keine Abweichung des scheinbar vertik haben, mit der Horopterfläche zusammen, für Linien, die durch den gehen.

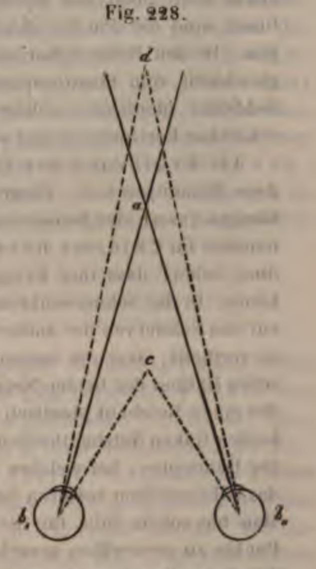
Das binokulare Doppeltsehen.

Von der Ungleichheit der Anordnung der Objekte in unseren bei feldern können wir uns schon bei jedem Blick durch das Fenster Schliessen wir, ohne die Stellung des Kopfes zu verändern, abwechs und das andere Auge, so bemerken wir sofort, dass z. B. neben dem sich dem rechten Auge die Aussicht noch etwas weiter nach links als dem linken. In dem Gesichtsfeld des rechten Auges grenzen an kreuz andere Objekte an als in dem des linken. Durchmustern w binokulares Gesichtsfeld genau, so bemerken wir, dass das Fenst zweimal vorkommt, an die vor dem Fenster sichtbaren Gegenständ ter Weise angrenzend, man sieht das Fensterkreuz also doppelt. Di tung, dass bei der Fixation ferner Objekte ein dazwischen steh Gegenstand doppelt, also an zwei verschiedenen Stellen des geme

cheint, gelingt leicht, wenn man einen Finger senkrecht nahe vor Fixirt man dann entferntere Gegenstände, so erscheint der näher doppelt. Benützt man als zweites ferneres Fixationsobjekt wieder anderen Hand, so kann man beliebig bald den näheren, bald den ger doppelt oder einfach sehen, je nachdem man mit den Fingern der Wahrnehmung der Doppelbilder gehört übrigens schon einige rekten Sehen.

eiden Augen b_1 und b_0 den Punkt a, so erscheint er einfach. Der den Augen liegt für das Auge b_1 rechts, für das Auge b_0 links von der Gesichtslinie, im gt c also für b_1 rechts, für b_0 links von a, men Gesichtsfelde kommt es also so wohl von a vor, erscheint also doppelt, und zwar äuchlichen Bezeichnung in ungleich-ppelbildern, das scheinbar rechtslie-a gehört dem linken, das scheinbar links chten Auge an. Ein Punkt, der entfernter punkt liegt, erscheint dagegen in gleich-pelbildern, das rechtsliegende Doppel-n rechten, das linksliegende dem linken

Fig. 228.



scheint auch in Doppelbildern, wenn seine sichtsfeldern beider Augen zwar gleichen m fixirten Punkte, aber hinreichend ver-ung haben, dass der Richtungsunterschied bar wird. Der Punkt c wird also doppelt er z. B. höher oder tiefer und gleichzeitig näher liegt als der fixirte Punkt a.

meinen erscheinen alle die-kte doppelt, deren schein-Gesichtsfelde in Beziehung tionspunkt hinreichend verschieden erscheint, dass edenheit dem Augenmaasse auffällig wird. Objekte, sichtsfelde scheinbar gleiche Lage gegen den Fixa-haben, werden dagegen einfach gesehen (Helmholtz). Punkte, welche in beiden Sehfeldern scheinbar gleiche Lage zum haben, deren Bilder im gemeinsamen Gesichtsfelde sich also decken, einfach gesehen werden, werden nach Helmholtz als Deck-orrespondirende Punkte bezeichnet mit einem älteren Aus-**che Punkte.** Die sich nicht deckenden Punkte nennt man dispa-

Da das Sehfeld jedes Auges seine nach aussen projicirte jedem Punkte in jedem Sehfelde ein Punkt der Netzhaut ent-n man sich auch der Benennung Deckpunkte, korrespon-identische Punkte der beiden Netzhäute bedienen. h leicht der Nachweis führen, dass die Fixationspunkte der r normaler Augen korrespondirende Punkte sind. Dem Fixations-d entspricht die Mitte der Fovea centralis der Netzhaut. Die Mittel-a centralis sind also identische Netzhautpunkte. Ein Objektpunkt, eichzeitig auf den beiden Centren der Netzhautgruben abbildet,

wird einfach gesehen. Dieser Satz erleidet nur bei gewissen Fällen d eine Ausnahme. Schon JOHANNES MÜLLER definirte die Lage der übrigen Netzhautpunkte nach der der Hauptsache nach richtigen Regel, dass si Mitte der Netzhäute in gleicher Richtung gleichweit ab

Gehen wir auf die Verhältnisse im Einzelnen ein, so ergiebt sich vor alle Versuchen von VOLKMANN, dass die Netzhauthorizonte beider Augen en spondiren. Es sind das diejenigen Meridiane beider Augen, welche bei paralle derselben in der Primärstellung mit der Visirebene zusammenfallen*). Auch Netzhauthorizonten scheinbar vertikalen Meridiane decken sich. S jenen in Wahrheit nicht vollkommen senkrecht, im emmetropischen Auge d etwas nach oben und konvergiren nach unten. In diesen scheinbar verti linien sind die Punkte identisch, welche gleichweit von den Netzhauthori gen. In den Netzhauthorizonten selbst sind entsprechend die Punkte ident gleichweit vom Fixationspunkt abstehen. Schliesslich sind alle diejenigen P Sehfelder identisch, welche gleiche und gleichgerichtete Abstände von de scheinbar horizontalen und vertikalen identischen Linien haben.

Als Erklärung der Identität der Netzhautpunkte wurden v dene Meinungen laut. Einerseits nimmt man an, dass die zu den identische hörigen Fasern des Sehnerven im Gehirne selbst oder noch vor ihrem Eintr nämlich im Chiasma nervorum opticorum, in der Weise anatomis dung seien, dass ihre Erregung nur einen einzigen Eindruck zum Bewu könne. In der Sehnervenkreuzung geht die Hälfte der Fasern jedes Tractus op auf den Sehnerven der anderen Seite über, und diese Fasern sind in den Ne so vertheilt, dass die ursprünglich einem Tractus opticus zugehörigen Fas schen Hälften der beiden Netzhäute versorgen. Nach dem eben Gesagten ist d der einen Netzhaut identisch mit der rechten Hälfte der anderen, ebenso kor beiden linken Netzhauthälften. Es sind nun Fälle beschrieben von sogenann ger Hemiopie«, bei welcher in beiden Augen gleichnamige, also identische das Sehvermögen verloren haben, während die beiden anderen Hälften no Man hat solche Fälle für die Anschauung der anatomischen Verknüpfung Punkte zu verwerthen gesucht unter der Annahme, dass in solchen Fällen de Tractus opticus irgendwie leistungsunfähig geworden ist. Die andere, neuerd von HELMHOLTZ gestützte Ansicht, sieht in der Verknüpfung zweier Netzh einem Erfolg in unserem Bewusstsein nichts Angeborenes, sondern etw Schon mehrfach sahen wir, dass wir die Sinnesempfindungen nur als Z dürften, deren Deutung etwa wie die der Schriftzeichen erlernt werden äusseren Dinge erregen gleichzeitig eine Anzahl verschiedener Nervenfase pers, sodass alle uns ohne weitere Analyse einfach erscheinenden Sinnesem einer grösseren oder kleineren Anzahl von einzelnen Sinneseindrücken z sind, welche wir in unserem Bewusstsein erst so verknüpfen, dass wir sie Subjekt beziehen. Wir hören einen Ton mit zwei Ohren, wir riechen densel zwei Nasenlöchern, wir fühlen einen Gegenstand einfach, wenn wir ihn in d obwohl hierbei Gruppen anatomisch getrennter Nervenfasern erregt werden im Allgemeinen vielleicht ausschliesslich von der Erziehung des Sinnesor Erfahrung ab, ob wir eine häufig wiederkehrende Gruppe von Empfindunge liche Zeichen eines oder mehrerer Objekte deuten. Auf den Fixationspu übrigen identischen Linien und Punkten werden beim normalen Gebrauch

*) Bei kurzsichtigen Augen trifft diese Definition jedoch nicht vollkomme Beobachtungen VOLKMANN's liegt bei diesen die äussere Seite jedes Netzhauth tiefer als die innere.

er derselben Objekte dargestellt, von deren Einheit wir uns durch den Tastsinn genblick überzeugen und unser Bewusstsein dahin erziehen können.

n sich auf identischen Netzhautpunkten verschiedene Gegenstände ab, so erscheich Doppelbilder, wie z. B. wenn wir durch seitlichen Druck das eine Auge veroder wenn durch Augenmuskellähmung das gleichzeitige Fixiren eines Gegenicht mehr möglich ist, wie beim Schielen. Es sind aber auch Fälle beschrie denen die schielenden Augen meist ziemlich gleiche Sehschärfe besassen, bei e Fixationspunkte nicht mehr identisch waren. Es korrespondirte dem Centrum zhautgrube des einen eine mehr nach innen oder aussen gelegene Stelle der t des anderen Auges. Solche Schielende sehen einfach trotz der Stellungsverheit ihrer Augen. Doch ist dieser Grund des Einfachsehens Schielender viel selteer, welcher besonders bei verschiedener Sehschärfe der beiden Augen vorkommt, nlich das Netzhautbild des einen Auges (meist des schwächeren) gegen das des vernachlässigt wird, ähnlich als hätte man durch eine monokulare Brille (Zwicker) s der kurzsichtigen Augen fernsehend gemacht, wobei das Bild des anderen sofort en wird. In dem Falle, dass sich ein neues Identitätsverhältniss der schielenden ebildet hat, wird der früher Schielende nach einer gelungenen Schieloperation nun ns im Anfang Doppelbilder sehen. Nach einiger Zeit soll sich durch Gewöhwieder das normale Identitätsverhältniss herstellen. Wie sehr diese Erfahrungen an aden für die zweite Ansicht über die Ursache der Identität sprechen, leuchtet ohne Auseinandersetzung ein.

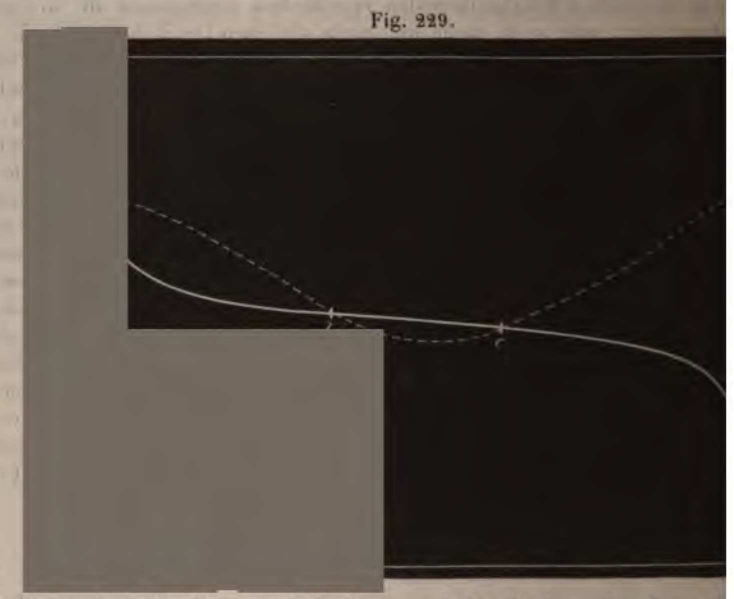
Horopter.

ere Betrachtung beschäftigte sich bisher mit der Lage der identischen Punkte in den Sehfeldern, resp. Netzhäuten. Wir haben noch die Lage derjenigen Punkte des ren Raumes selbst zu bestimmen, welche sich auf identischen Punkten der Netzbbilden und daher einfach gesehen werden, die man in ihrer Gesammtheit als Hor bezeichnet. Diese Bezeichnung scheint zuerst von AGUILONIUS gebraucht worden n. Nach seiner Theorie sollten die Gesichtsbilder immer auf eine gewisse durch den nspunkt gehende Ebene projicirt werden, die er den Horopter nannte. Die Gebilder sollten einfach oder doppelt erscheinen, je nachdem ihre Projektion einfach oppelt wäre. Als man die Lage der identischen Punkte näher erkannt hatte, konnte en Horopter im Allgemeinen nicht mehr für eine Ebene halten. J. MÜLLER lehrte, dass chnitt mit der Visirlinie ein durch den Fixationspunkt und die beiden Augen gehender sei (MÜLLER's Horopterkreis). Nach HERING's Beweis ist der Horopter im Allgemeinen inie. Durch die Arbeiten von HELMHOLTZ und HERING, an welche sich die von HAN-A. anschliessen, wurde das rein mathematische Problem des Horopters gelöst.

ch HELMHOLTZ' Definition ist der Horopter im Allgemeinen eine e doppelter Krümmung, welche als die Schnittlinie zweier Flächen zweiten (Hyperboloide mit einer Mantelfläche, Kegel oder Cylinder) angesehen werden kann. hnittlinie zweier Flächen zweiten Grades ist im Allgemeinen vom vierten Grade, d. h. von einer Ebene in je vier Punkten geschnitten werden. In dem uns vorliegenden aben aber die beiden schneidenden Flächen eine gerade Linie gemein, welche nicht er ist, und der Rest der Schnittlinie ist eine Kurve dritten Grades, d. h. eine solche, von einer beliebigen Ebene nur in drei Punkten geschnitten werden kann. Diese hat die bemerkenswerthe Eigenschaft, dass, wenn man durch einen festen Punkt dereinerseits, und durch alle anderen Punkte der Kurve andererseits gerade Linien legt, Linien einen Kegel zweiten Grades bilden. Wählt man als Spitze des Kegels einen lich entfernten Punkt der Kurve (dieselbe läuft nämlich mit mindestens zwei Aesten Unendliche hinaus), so wird der Kegel ein Cylinder, dessen Basis eine Kurve zweiten s ist.

Um eine Anschauung von der Gestalt einer solchen Kurve dritten Grades denken wir uns dieselbe, nach HELMHOLTZ, auf eine Cylinderfläche gezeichnet

Fig. 229.



die Ebene abgerollt. Die ausgezogene Kurve *eabcf* stellt dann ihre Form da Kurve sei die Schnittlinie der Visirebene mit dem Cylinder, sie schneidet d Grades in drei Punkten *a*, *b*, *c*; letztere läuft an zwei Stellen *e* und *f* in das indem sie sich assymptomisch der geraden Linie *gg* oder der mit dieser nähert. Um sich die körperlichen Verhältnisse anschaulich zu machen, rollt mit den beiden Kurven zu einem entsprechenden Cylinder wieder zusamm wir die Kurve dritten Grades als Horopterkurve, so geht sie durch den Mittel linie in beiden Augen. In der beistehenden Figur sind *b* und *c* die Orte de *a* der Fixationspunkt; das Stück *bc* fällt als im Innern des Kopfes liegend v gewöhnlichen Sprachgebrauch nach also nicht zum eigentlichen Horopter geh liche Horopter besteht danach aus zwei vollkommen getrennten Zweigen Kurve in ihrer Gesammtheit, wie sie bei der mathematischen Behandlun werden pflegt, wird als Horopterkurve von denjenigen Theilen dersel den, welche wirklich einfach gesehen werden können, und für die ausschlie Horopter oder Punkthoropter gebraucht wird.

Wenn die beiden Netzhauthorizonte gleiche, aber nach entgegengesetzten Winkel mit der Visirebene bilden, während der Fixationspunkt in endlic liegt, fällt die Horopterkurve mit ihrer geraden Assymptotenlinie *gg* und de nen Kurve zweiten Grades zusammengelegten Linie *aa* zusammen. Die bei Zweige der Horopterkurve stossen dann in diesem Schnittpunkte zusammen. dingung dazu ist erfüllt, wenn der Fixationspunkt entweder in der Median oder in der Primärlage der Visirebene liegt. Im ersten Fall liegt der Fixatio geraden Horopterlinie, im zweiten auf dem Kegelschnitt, der unter diesen B Kreis wird: MÜLLER's Horopterkreis. Liegt der Fixationspunkt sowohl ebene des Kopfs als auch in der Primärlage der Visirebene, so schneiden s gerade Horopterlinie und der Kreis.

Liegt sowohl der Fixationspunkt in der Medianebene, aber in unendlic und, wie gewöhnlich bei emmetropischen Augen, die Netzhauthorizonte in

ir diesen einzigen Fall der Horopter eine Fläche, und zwar eine Ebene, die oetropische Augen nahezu mit der Fussbodenebene des stehenden Beobachters ıenfällt, bei Kurzsichtigen dagegen meist in grösserer Entfernung liegt. Es leuchtet ein, wie wichtig dieses Verhältniss ist; wir bekommen dadurch eine genaue Ang des Bodens, auf dem wir gehen, im indirekten Sehen, wenn wir, wie gewöhnlich etrachtung eines entfernt vor uns liegenden Gegenstandes vorwärts schreiten. n nicht, wie bei den bisherigen Betrachtungen angenommen wurde, Punkte, sonnien einfach gesehen werden, so genügt es, dass die Linien beider Netzhäute, auf hr Bild erscheint, identisch seien, ohne dass gerade Punkt für Punkt der Bilder korliren müsste. Ist ein zweites Bild dieser Linie in der Richtung der Linie selbst ver-, so kann es sich, wie direkte Anschauung ergiebt, mit dem ersten doch noch in Länge decken, es wird das besonders bei geraden Linien der Fall sein können. Die in welcher gerade Linien von bestimmter Richtung gelegen sein müssen, um in Weise auf identischen Netzhautlinien sich abzubilden, heisst ein Linienhoropter. zeichnet ihn als Vertikalhoropter für die Linien, welche in den beiden Sehfelnkrecht zu den beiden Netzhauthorizonten zu stehen scheinen, als Horizontalter, für die, welche zu den Netzhauthorizonten parallel erscheinen. Für Linien, Bilder in den Sehfeldern parallel liegen, ist ein solcher Linienhoropter im Allgemei- Hyperboloid mit einer Mantelfläche, welches in besonderen Fällen in einen Cylinder gel übergehen kann. Für gerade Linien, die sich in einem Punkte der Horopterchneiden, ist der Linienhoropter ein Kegel zweiten Grades, welcher den gemeinsahnittpunkt mit den anderen Punkten der Horopterkurve verbindet. Ueberhaupt nt jede gerade Linie, welche durch zwei Punkte der Horopterkurve geht, einfach. here ist bei HELMHOLTZ, phys. Optik, nachzusehen).

rnachlässigung der Doppelbilder. Es braucht nach der bisherigen Darsteler Verhältnisse der Gesichtswahrnehmungen keiner Auseinandersetzung mehr, warum dem gewöhnlichen Sehen von den Doppelbildern der Objekte, welche ihre Bilder af identische Netzhautstellen entwerfen, nichts bemerken. Fixiren wir einen Gegenmit beiden Augen, so erscheint er einfach und deutlich, und die ferner oder näher den Gegenstände, welche im indirekten Sehen doppelt erscheinen, bleiben unbeachtet. ir vernachlässigen die immer auch viel undeutlicheren Doppelbilder nicht im Ho- gelegener Objekte um so leichter, da wir durch anderweitige Erfahrungen unserer , vor allem durch den Tastsinn, von der Einfachheit derselben eine tausendfältige rung besitzen. Die Doppelbilder sind uns die sinnlichen Zeichen nicht oropter gelegener einfacher Objekte. Um die Doppelbilder zu sehen, müssen nstlich von den wahrgenommenen Objekten selbst abstrahiren und auf unsere Geindrücke als solche achten. Daher erklärt es sich, dass wir die Doppelbilder erst nach gewissen Uebung erkennen lernen, und dass ihr Auffinden auch für Solche dauernd ngen kann, die sonst in physischen Beobachtungen nicht ungeübt sind.

Wettstreit der Sehfelder.

nd beide Gesichtsfelder mit so verschiedenartigen Formen gefüllt, dass sie keine steopische Verbindung zu dem Bilde eines Körpers erlauben, so erblickt man im Allgeen beide Bilder gleichzeitig und im Gesichtsfelde einander superponirt. Meist aber viegt in einzelnen Theilen des gemeinsamen Gesichtsfeldes mehr das eine Bild, in en mehr das andere, und zwar kann das insofern wechseln, dass da, wo eine Zeit usschliesslich Theile des einen Bildes sichtbar waren, nun Theile des anderen hervor- und die ersteren verdrängen.

ser Wechsel wird als Wettstreit der Sehfelder bezeichnet, er lässt Theile der Bilder bald neben, bald nach einander sich gegenseitig verdrängen. HELMHOLTZ giebt ss er im Stande sei, willkürlich seine Aufmerksamkeit bald dem einen, bald dem an-

deren monokularen Sehfelde zuzuwenden, wobei dann die Eindrücke des gesi
teten vollkommen verschwinden. Diese Thatsache ist wichtig, weil sie lehrt, da
jedes einzelnen Sehfeldes, ohne durch organische Einrichtungen mit einander
zen zu sein, zum Bewusstsein gelangt, und dass die Verschmelzung beider Seh
gemeinsames Bild, wo sie vorkommt, also ein **psychischer Akt** ist. Am
bekanntesten sind die Erscheinungen des Wettstreits beider Sehfelder, wenn
verschiedenfarbige oder **verschieden erleuchtete** Felder beim
man von zwei möglichst gleich hellen farbigen Gläsern, z. B. ein rothes und ein
eine vor das rechte, das andere vor das linke Auge, so erblickt man die F
fleckig roth und blau gefärbt, und zwar in einem unruhigen, besonders Anf
haften Farbenwechsel, endlich stumpft sich die Empfindlichkeit für die F
die Färbung des Gesichtsfeldes wird eine mehr gleichmässige, unbestimmt
immer noch farbig wechselnd grau. Die Ansichten sind übrigens über d
binokularen Farbenmischung getheilt. Während HELMHOLTZ u. A. hiebei nur
der Sehfelder wahrnehmen, sehen BRÜCKE, PAMUN, HERING u. A. **die Misch**
und REYNAULT konnten sogar auf diese Weise die Komplementärfarben binok
vereinigen. Ueber die wahrscheinlich subjektive Ursache dieses verschied
sind die Akten noch nicht geschlossen. Von vorne herein scheint es nicht u
bei der binokularen Deckung zweier Farben die Verschiedenheit nicht zum B
kommen braucht, die zwischen einem solchen Eindruck und einer monok
statthat. Im Gegentheil scheint diese Art der binokularen Mischung der Hyp
these zu einer Stütze zu dienen, da ja nach ihr die Mischfarbe auch sich
als die Summe dreier verschiedenartiger, sich sonst nicht beeinflussender
einen auf eines der specifisch verschiedenen farbenpercipirenden Organe. B
die für eine Mischfarbenempfinduug gleichzeitig zu reizenden Farbenorgane
demselben Auge zu liegen, die Leitung findet für die Mischung nicht nur in
Fasern desselben Optikus, sondern sogar in zwei verschiedenen Optikusstä
Mischung selbst kommt erst im Centralorgane zu Stande.

Der Glanz stereoskopischer Objekte. Lässt man in dem einen von zwei ste
kombinirenden Bildern eines Körpers eine Fläche weiss, die man in dem
schwarz macht, oder giebt man ihnen verschiedene Farben, so erscheinen
bei der stereoskopischen Betrachtung **glänzend**. Der Grund scheint der z
Flächen glänzend erscheinen, die eine mehr oder weniger regelmässige spieg
zeigen, wobei es sich oft trifft, dass eines unserer Augen sich in der Richtu
ten Strahles befindet, das andere nicht, dem ersten erscheint dann die Fläche s
dem anderen schwach (HELMHOLTZ). Einen analogen Eindruck des Glanzes
bringen, wenn wir im Stereoskope eine Fläche mit beiden Augen verschieden
tet sehen. Ebenso kann es vorkommen, dass ein glänzender, von farbige
gebener Körper dem einen Auge reflektirtes Licht von einer Farbe, dem ande
Farbe zusendet, sodass er beiden Augen verschieden gefärbt erscheint,
matten Körper niemals der Fall sein kann. Wenn im stereoskopischen Sehe
den Körper anders gefärbt sieht als das andere, so kann dieser Eindruck als
gedeutet werden (HELMHOLTZ). Nach DOVE und BRÜCKE scheinen auch ande
des Glanzes berechtigt.

Die Schutzorgane des Auges.

Ueber die **Anatomie der Schutzorgane des Auges** vergleiche
tomischen Handbücher.

Die **Augenlider** werden durch die vom Facialis angeregte Kontraktion
laris palpebrarum geschlossen. Bei dem oberen hilft beim Schliessen die
welche die Oeffnung des untern vorzüglich besorgt. Das obere wird durch de

s innervirten Levator palpebrae superioris geöffnet. An der Oeffnung beider Lider gen sich aus organischen Muskelfasern bestehende, vom Sympathikus abhängige Ren (H. Müller, Soppey). Der Lidschluss erfolgt willkürlich und unwillkürlich im und als Reflex bei Berührung des Augapfels, der Wimperansätze und durch intensive zung der Retina.

Thränenflüssigkeit benetzt fortwährend die vordere Augenfläche. Der Weg änenflüssigkeit vom oberen äusseren Augenmuskel in der kapillaren Spalte des Konsacks zum Thränensee im inneren Augenwinkel, und von da durch die Thränenin die steifen, kapillaren Thränenröhrchen, den Thränenkanal und die Nasenhöhle, der beschreibenden Anatomie genügend bekannt. Der Lidschlag befördert den Abr Thränen in die Nase. Beim Lidschluss spannt sich nämlich das Lig. palpebrale inan und erweitert den Thränenkanal, der nun die Thränenflüssigkeit aktiv ansaugt; wirkt auch der Horner'sche Muskel auf den Thränenkanal. Das Ueberfliessen der nflüssigkeit über den freien Lidrand wird bei normaler Sekretionsgrösse verhindert das fettige Sekret der Meibom'schen Drüsen. Die Thränendrüsen sind em Typus der traubenförmigen Drüsen gebaut (F. Boll). Das Sekret, die Thränenkeit, ist klar, farblos, schwach alkalisch, von salzigem Geschmack. Es führt als nischen Bestandtheil vorwiegend Kochsalz, es soll auch geringe Mengen von a und einen Eiweisskörper enthalten. Die Thränenflüssigkeit wird beständig in ge-Mengen secernirt. Durch psychische Alterationen verschiedener Art, sowie reflekto-nd durch direkten Nervenreiz kann die Absonderung bedeutend gesteigert werden. retorischen Nervenfasern für die Thränendrüse verlaufen im Ramus lacrymalis tri-, aber auch im R. subcutaneus malae trigemini und im Halsstamm des Sympathikus. g der Retina, Konjunktiva und der Nasenschleimhaut erregt die sekretorischen Nerlektorisch. Herzenstein beobachtete, dass die Reflexreizung von der Nasenschleimich auf die gereizte Seite beschränkt, und dass sie nach Durchschneidung des Lacryausbleibt.

Vierundzwanzigstes Kapitel.

Der Gehörsinn.

Allgemeines über die Funktion des Ohres und die Schallempfind

Die dem Sinnesorgane des Gehörs eigenthümliche Reaktionsweise venreize ist die Schallempfindung. Normal wird sie im Ohre er Erschütterungen elastischer Körper, vor allem der Luft, deren Schwi das Gehörorgan übertragen werden. Die Schallempfindung unters specifisch von allen Empfindungen der übrigen Sinne, kein anderes kann sie hervorrufen. Jede Erregung der nervösen Gehörsinnsubstanz, der Nervus acusticus mit seinen Ganglienzellen und den Endapparate rinth, den Hörhaaren und Corti'schen Stäbchen, sowie eine bestimmt Gehirnes, gehört, von welcher der Gehörnerve entspringt, erweckt n dungen aus dem specifischen Empfindungskreise des Gehörsinnes, Sc dungen.

Die normalen äusseren Erregungsmittel des Gehörorganes, die ve Schallschwingungen werden zum Zwecke der Erzeugung von Gehörsen zunächst in verschiedene, bestimmte Bewegungen der Leitungsappara namentlich des Trommelfells, der Gehörknöchelchen, des Labyrinthw gewandelt; durch die Wellen des Labyrinthwassers können mechanisch rinth verschlossenen akustischen Endapparate der Gehörnerven in Mitsc versetzt, und dadurch direkt die zu den Endapparaten in Beziehun Akustikusfasern und die ihnen entsprechenden Partieen des central apparates des Gehörsinns im Gehirne erregt werden. Den tausendfält denen Tonempfindungen scheint eine gleiche Anzahl specifischer En organe im Labyrinthe zu entsprechen. Die von Max Schultze aufgef der ganzen Thierwelt verbreiteten elastischen Hörhaare sind, wie H rimentell gezeigt hat, ausserordentlich geeignet, um durch Wellenb welche ihren eigenen Schwingungsperioden entsprechen, zu Mitsch veranlasst zu werden. Im Labyrinthe des Menschen und der Säug deckte Corti das wundervolle musikalische Instrument von 3000 vers spannten musikalischen Saiten, welche einzeln ihrer verschiedenen entsprechend durch verschiedene Wellenbewegungen des Labyrinth Mitschwingungen versetzt werden und diese Bewegung als Reiz auf di

›ften Nervenfasern übertragen können (Helmholtz). Jede musikalische ›wegung versetzt diejenigen der verschieden gestimmten mikroskopischen die ihrer eigenen Tonhöhe entsprechen, in gleichstimmige Schwingungen, der mit einer solchen Saite verknüpfte Theil der nervösen Gehörsinnsub-mmer nur durch eine specifische Gehörsempfindung erregt wird.

Hauptverschiedenheit, welche unser Ohr zwischen den verschiedenen npfindungen entdeckt, ist der Unterschied zwischen Geräuschen und alischen Klängen. Die Empfindung eines Klanges wird durch periodische Bewegung eines tönenden Körpers hervorgerufen, die dung eines Geräusches durch nicht periodische Bewegungen. usen, Heulen und Zischen des Windes, das Plätschern des Wassers, das und Rasseln des Wagens sind Beispiele für die nicht periodischen Bewe-der Geräusche, die Klänge der musikalischen Instrumente sind dagegen sche Bewegungen. In mannichfach wechselndem Verhältniss können Klänge räusche sich mischen und in einander übergehen. Nach Helmholtz schei-rschiedene Endapparate der Wahrnehmung von Klängen und Geräu-u dienen.

e verschiedenen periodischen Wellenbewegungen der Klänge der akusti-nstrumente und des menschlichen Kehlkopfes (S. 603) können mathe-als eine Summe einzelner einfacher Töne, d. h. pendelartiger Tonschwin-aufgefasst werden. Auch unser Ohr zerlegt die Klänge in ihre Theil-(Grundton und harmonische Obertöne). Die specifisch ver-ne Klangfarbe der Klänge der musikalischen Instrumente beruht, wie lmholtz lehrte, dessen akustischen Untersuchungen wir uns im Folgenden chlich anschliessen, auf konstanten Verschiedenheiten in der Zusammen-g aus Theiltönen und in der relativen und absoluten Stärke derselben. Wir scheiden noch weiter Tonhöhe und Stärke der Klänge. Die letztere t und nimmt ab mit der Breite (Amplitudo) der Schwingungen des tönen-örpers. Mechanisch ist die Stärke der Schwingungen durch das Quadrat össten Geschwindigkeit zu messen, welche die schwingenden Theilchen er-n. Physiologisch gilt diese Beziehung, wie wir unten sehen werden, nicht genau, da das Gehörorgan verschiedene und zwar wechselnde Empfindlich-ür Töne verschiedener Höhe besitzt.

Die Tonhöhe hängt nur ab von der Schwingungsdauer oder, was mliche sagt, von der Schwingungszahl. Unter der letzteren verstehen ie Anzahl der Schwingungen, welche der tönende Körper in der Sekunde hrt. Die Schwingungsdauer finden wir, wenn wir die Sekunde mit der ingungszahl dividiren e. v. v. Die Klänge und Töne sind um so höher, je r ihre Schwingungszahl oder je kleiner ihre Schwingungsdauer ist. Die kalisch gut verwendbaren Töne mit deutlich wahrnehmbarer Tonhöhe liegen hen 40—4000 Schwingungen, sie umfassen also 7 Oktaven; die überhaupt nehmbaren liegen zwischen 16—38000, also im Bereiche von etwa 11 Oktaven.

Im Allgemeinen setzen wir hier und in der Folge die Ergebnisse der physikalischen Aku-als bekannt voraus.

Tonhöhe. Nach der von der Naturforscherversammlung 1834 genehmigten Bestimmung ıbler's, an die wir uns anschliessen, macht das eingestrichene *A* in der Sekunde 440 wingungen, nach der neuen Pariserstimmung dagegen in deutscher Zählweise nur

437,5; da die französischen Physiker den Hin- und Hergang eines schwin
jeden einzeln eine Schwingung nennen, so rechnen sie für dieselbe Note
Schwingungszahl 875. Auf grösseren Orgeln hat man als tiefsten Ton, nach
nung von Helmholtz, C_{II} mit 16,5 Schwingungen, der musikalische Charakt
Töne unter E_{I} ist aber schon unvollkommen, sie stehen an der Grenze, w
Fähigkeit des Ohres aufhört, die Schwingungen zu einem Ton zu verbinden.
trabasses ist der tiefste Ton der Orchesterinstrumente mit 41,25 Schwingungen
Klaviere und kleineren Orgeln gehen bis C_{I} mit 33 Schwingungen, neuere Fl
und da noch A_{II} mit 27,5 Schwingungen. Die Pianofortes gehen in der Hö
3520 oder c^{V} mit 4224 Schwingungen, als höchsten Ton des Orchesters nim
das 5gestrichene *a* auf der Piccoloflöte an mit 4752 Schwingungen Indem D
Stimmgabeln mit dem Violinbogen strich, erreichte er noch das 8 gestrichen
Schwingungen. Diese hohen Töne waren sehr schmerzhaft unangenehm, u
scheidung war auch an dieser oberen Grenze der Tonempfindung nur u
(Helmholtz).

Klangfarbe. Als dritten wesentlichen Unterschied zwischen den verschie
haben wir die Klangfarbe genannt, die zunächst von dem musikalische
bedingt erscheint, welches den Klang erzeugt. Dieselbe Note von den versch
menten angegeben, zeigt bekanntlich trotz gleicher Stärke und gleicher Tonh
Instrumente gewisse charakteristische, gleichbleibende Eigenschaften, soda
grössten Leichtigkeit die Klänge des Klaviers, der Violine, der Flöte, der Mensc
von einander unterscheiden können. Von der Weite der Schwingung, welc
oder von der Dauer der Schwingung, welche der Tonhöhe entspricht, kann
nicht bedingt sein, sie kann also nur noch abhängen von der verschiedenen
wie die Bewegung innerhalb jeder einzelnen Schwingungsperiode vor sich ge

Zur Definition des Klanges gehört nur, dass seine Bewegung eine p
die Art, wie die Bewegung innerhalb der Perioden vor sich geht, kann unend
faltigkeit zeigen. Helmholtz wählt zur Veranschaulichung dieser Untersch
zwei Beispiele. Setzen wir ein Pendel in Bewegung, so sehen wir dasselbe
links in gleichmässiger, nirgends stossweise unterbrochener Bewegung sch
den beiden Enden seiner Bahn bewegt es sich langsam, in der Mitte schnell
Weise, nach demselben Gesetz, nur sehr viel rascher, bewegen sich die Zi
tönenden Stimmgabel hin und her. Ein Hammer, der von einer Wasse
wird, giebt ein anderes Beispiel periodischer Bewegung. Langsam wird er
werk gehoben, dann fällt er, losgelassen, plötzlich herab, um von neuem
steigen. Die Bewegung ist zwar eine periodische, aber ganz anders als die de
Bewegung einer gestrichenen Violinsaite entspricht diesem Falle ziemlich ge
haftet eine Zeit lang am Bogen fest, wird von diesem mitgenommen, bis si
wie der Hammer in der Mühle losreisst und nun wie dieser mit viel grössere
keit, als mit der sie angezogen wird, ein Stück zurückspringt, um dann vo
den Bogen gefasst zu werden. Diese Verschiedenheiten der periodischen B
man, wie aus der physikalischen Akustik erinnerlich ist, graphisch als Welle
len, indem man z. B. an eine Stimmgabel einen Stift befestigt, und diesen
tönt, mit gleichbleibender Geschwindigkeit über eine berusste Glasplatte hin
zeichneten Wellenlinien, die Kurven, fallen bei den gewählten Beispielen, die
hätten häufen können, auch wenn die Perioden bei allen gleich sind, verschie
bezeichnet diese Verschiedenheit als Schwingungsform eines tönenden
Physiker lehrten bisher meist, dass von dieser Schwingungsform die Klangf
Helmholtz zeigte, in welcher Weise dieser Satz wirklich gültig ist.

Wenn wir die Wirkungen verschiedener Wellenformen, z. B. die der V
unser Gehörorgan aufmerksam beobachten, so hören wir bei gehörig gerichte
samkeit nicht nur den Ton, dessen Tonhöhe durch die Dauer der Schwingung

gesetzt ist, bestimmt wird, und den wir als Grundton bezeichnen, sondern eine ihe höherer Töne, welche die harmonischen Obertöne des Klanges genannt Der Grundton ist der tiefste und meist auch der stärkste unter all diesen Tönen, ier Tonhöhe beurtheilen wir die Tonhöhe des ganzen Klanges. Die Reihe dieser ist für alle musikalischen Klänge konstant, es tritt auf: 1) die höhere Oktave des s, welche die doppelte Anzahl von Schwingungen macht, also c', wenn der Grund- 2) die Quinte dieser Oktave g' mit dreimal 3) die zweite höhere Oktave c'' mit) die grosse Terz dieser Oktave e'' mit fünfmal 5) die Quinte dieser Octave g'' mal so viel Schwingungen wie der Grundton. Daran reihen sich, immer schwächer wächer werdend, die Töne, welche 7, 8, 9mal u. s. w. so viele Schwingungen ls der Grundton.

Helmholtz bezeichnen wir die Gesammtempfindung, welche eine periodische Luft- rung im Ohre hervorruft, wie oben angegeben, als Klang. In dem Klang sind Ebengesagten eine Reihe verschiedenartiger Töne enthalten, welche als Theil- er Partialtöne des Klanges bezeichnet werden, der erste dieser Theiltöne ist der on, die übrigen seine harmonischen Obertöne.

Ohm hat den Satz zuerst behauptet, dass es eine einzige akustische Schwingungs- bt, die nur aus dem Grundton ohne alle harmonischen Obertöne besteht. Es ist das ingungsform, die wir bei dem Pendel und der Stimmgabel gefunden haben. Helm- zeichnet sie als pendelartige oder einfache Schwingungen und beschränkt e die Bedeutung des Wortes Ton. Als Klang bezeichnet er den Eindruck einer hen, nicht pendelartigen Luftbewegung, deren Schwingung in gewissem Sinn als ammengesetzte betrachtet werden kann. Das Ohr selbst nimmt, wie wir sahen, lyse der Klänge vor. Ohm hat gezeigt, dass jede Luftbewegung, welche usammengesetzten Klangmasse, einem Klang, entspricht, zu zer- st in eine Summe einfacher pendelartiger Schwingungen; jeder n einfachen Schwingung entspricht ein Ton, den das Ohr empfin- d dessen Tonhöhe durch die Schwingungsdauer der entsprechen- ftbewegung bestimmt ist.

Form der einfachen, pendelartigen Schwingungen ist immer die gleiche, nur ihre de und die Dauer ihrer Periode kann wechseln. Durch Kombination zweier ein- pendelartiger Schwingungen kann schon die Form der Schwingung sehr mannich- rden, noch mehr bis ins Unendliche, wenn wir eine ganze Anzahl von einfachen ungen zu einer einzigen periodischen Bewegung zusammensetzen.

elcher Weise solche Zusammensetzungen einfacher Wellenzüge zu komplicirteren en, können wir uns leicht an den Wellen auf der Oberfläche eines Wasserspiegels haulichen. Werfen wir einen Stein in das Wasser, so breitet sich bekanntlich von vegungscentrum die Erschütterung in Form von Wellenringen über die Fläche hin mmer ferneren und ferneren Punkten. Haben wir gleichzeitig zwei (oder mehrere) n verschiedenen Stellen der Wasserfläche hineingeworfen (oder in anderer Weise üge erzeugt), so gehen von den verschiedenen Mittelpunkten der Erschütterung Wel- aus, die sich vergrössern und einander begegnen. Die Stellen, wo sich die Ringe werden nun durch beide Erschütterungen gleichzeitig in Bewegung gesetzt, pflanzen sich aber die einzelnen Wellenzüge gerade ebenso weiter fort, als wenn n ihnen ganz allein auf der Wasserfläche vorhanden wäre. Von einem erhöhten nkte aus können wir die verschiedenen Wellenzüge, welche gleichzeitig auf der berfläche vorhanden sind, mit Leichtigkeit mit den Augen verfolgen und analysiren. ähnliches Schauspiel muss man sich vorgehend denken in einem Luftraume, in eine Anzahl von Schallwellen, deren Länge bei den brauchbaren Tönen von bis 6 Zoll schwankt, gleichzeitig sich fortpflanzt, etwa im Inneren eines Tanzsaales ltz). Die Musikinstrumente, sprechende Menschen, rauschende Kleider, gleitende klirrende Gläser etc. erregen hier Wellenzüge, welche durch den Luftraum des

Saales hinschiessen, an seinen Wänden zurückgeworfen werden, umkehren
eine andere Wand treffen, nochmals reflektirt werden und so fort, bis sie
dem Munde der Männer und den tieferen Musikinstrumenten gehen lange
Fuss lange Wellen aus, von den Lippen der Frauen kürzere, 2—4 Fuss lang
der Kleider bringt ein kleines Wellengekräusel hervor, kurz man kann sich
ander der verschiedenartigsten Bewegungen nicht verwickelt genug vorstellen
selbst klar, dass an jeder einzelnen Stelle des Luftraums in jedem Augenbl
theilchen nur eine bestimmte Bewegung mit einer bestimmten Gesch
einer bestimmten Richtung ausführen können. Bei den Wellen, die sich an
oberfläche begegnen, können wir direkt uns anschaulich machen, was in
Falle geschieht. Werfen wir einen Stein in eine Wasserfläche, über welch
Wellen hinziehen, so werden die Wellenringe in die bewegte, zum Theil
Theil gesenkte Wasserfläche genau ebenso hineingeschnitten, als wäre
ruhig. Die Berge der Ringe ragen über die schon anderweitig bewegte Fl
viel hervor, die Thäler sind um ebenso viel tiefer. Wo ein Berg des grösser
mit einem Berge des Wellenringes zusammenfällt, ist die Erhebung der Wa
der Summe beider Berghöhen, fällt ein Thal des Wellenringes in ein Th
Wellen, so ist die gesammte Einsenkung der Wasserfläche gleich der Summ
Schneidet sich auf der Höhe der grösseren Wellenberge ein Thal des Well
wird die Höhe dieses Berges verringert um die Tiefe des Thales. »Die Erh
serfläche in jedem ihrer Punkte ist in jedem Zeitmoment so gross, wie die
gen Erhebungen, welche die einzelnen Wellensysteme, einzeln genommen
Punkte und zu derselben Zeit hervorgebracht haben würden.« Ganz in
findet eine Superposition der verschiedenen Wellensysteme in der Luft sta
die Ausbreitung der Wellen nach allen Richtungen des Raumes möglich ist
selbst in Dichtigkeitsschwankungen der Luft bestehen. Wir haben jedo
dessen äusserer Gehörgang mit den Schallwellen verglichen, verhältnissmä
nur Bewegungen der Luft, die der Axe des Gehörganges parallel sind, zu
also nur Verschiebungen der Lufttheilchen in der Richtung von der Mündung
gegen das Trommelfell. Wenn also mehrere tönende Körper in dem uns umgeb
gleichzeitig Schallwellensysteme erregen, so sind sowohl die Veränderunge
der Luft, als die Verschiebungen und die Geschwindigkeiten der Lufttheil
des Gehörgangs gleich der Summe derjenigen entsprechenden Veränderu
bungen und Geschwindigkeiten, welche die einzelnen Schallwellenzüge, ein
hervorgebracht haben würden. Wir können also insofern behaupt
die einzelnen Schwingungen, welche die einzelnen Scha
hervorgebracht haben würden, ungestört neben einander
zeitig in unserem Gehörgange bestehen.

Nach dem oben erwähnten Ohm'schen akustischen Gesetze besitzt nun
stem Maasse die Fähigkeit, die verschiedenen sich mischenden Wellenzüge
trennen.

Dieses Ohm'sche Gesetz wird durch das mathematisch erwiesene Gesetz F
ständigt: »Jede beliebige regelmässige periodische Schwingungsform kann
von einfachen Schwingungen zusammengesetzt werden, deren Schwingungsz
drei, vier u. s. w. Mal so gross sind, als die Schwingungszahl der gegebe
und zwar kann eine gegebene regelmässig periodische Bewegung nur in ei
Weise als Summe einer gewissen Anzahl einfacher Schwingungen dargeste
entspricht, wie wir sahen, einer regelmässig periodischen Bewegung ein K
fachen Schwingung ein Ton, wir können also das mathematische Gesetz auc
(Helmholtz): »Jede Schwingungsbewegung der Luft im Gehörga
einem musikalischen Klange entspricht, kann immer und je
in einer einzigen Weise dargestellt werden als die Summe e

-er schwingender Bewegungen, welche Theiltönen dieses Klanges -chen.«

-r hat dieselbe Fähigkeit, wie die mathematische Analyse das Wellengemisch des -n seine einfachen Bestandtheile, die Partialtöne zu zerlegen.

-n einer Klangmasse enthaltenen Partialtönen kommen auch sonst besondere mecha--rkungen in der Aussenwelt zu, die sich vor allem in dem Phänomene des **Mittönens** -schwingens äussern. Die Fähigkeit des Mittönens findet sich vorzugsweise bei -örpern, welche einmal durch irgend einen Anstoss in Schwingungen versetzt, ehe -he kommen, eine längere Reihe von Schwingungen ausführen. Werden sie von -achen, aber regelmässig periodischen Stössen getroffen, von denen jeder einzelne -hwach ist, um eine merkliche Bewegung des schwingenden Körpers zu veranlassen, -sich doch die grosse Anzahl der Anstösse zu sehr ausgiebigen Schwingungen des -n Körpers summiren, wenn die Periode jener schwachen Anstösse genau gleich ist der -er eigenen Schwingungen des angestossenen Körpers. Weicht die Periode der regel--ch wiederholenden Stösse ab von seiner Periode der Schwingungen, so entsteht -ache oder ganz unmerkliche Bewegung. Gewöhnlich gehen solche periodische -von einem andern in regelmässigen Schwingungen begriffenen Körper aus, in die- rufen die periodischen Schwingungen des einen Körpers periodische Schwingungen -deren hervor, auf welchen Vorgang die Bezeichnung Mittönen oder Mit--gen sich zunächst bezieht. Wenn z. B. zwei Saiten zweier Violinen genau gleich- sind, und man die eine anstreicht, so geräth auch die gleichstimmige Saite der -Violine in Schwingungen. Dasselbe ist von den Saiten eines Klaviers, deren Däm- niedergedrückt hat, bekannt; singt man einen Ton kräftig in das Innere des Kla--er giebt ihn mit einem musikalischen Instrumente an, so klingt die gleichstimmige - und nach dem Aufhören des Tones noch nach. Körper von geringer Masse, welche -egung an die Luft leicht abgeben und schnell austönen, wie gespannte Membranen, -ner Violine sind leicht in Mitschwingungen zu versetzen. Im allgemeinen sind die -ungen, in welche die meisten elastischen Körper durch irgend einen schwachen perio- Anstoss versetzt werden, pendelartig.

-kann nun durch das Phänomen des Mitschwingens die zusammengesetzten Klang- physikalisch analysiren. Die einzelnen pendelartigen Schwingungen, welche sie -ren, vermögen gleichgestimmte Saiten oder Membranen in Mitschwingung zu ver- Bestreut man z. B. solche verschieden abgestimmte Membranen mit Sand, so zeigen -egungen des Sandes auf den mit den Partialtönen des Klanges gleichgestimmten -nen das Vorhandensein dieser Partialtöne in der gesammten akustischen Wellenbe- des Klanges objektiv an. Ein noch weit feineres Mittel zur Analyse der Klänge bil- sogenannten Resonatoren (HELMHOLTZ), verschieden grosse oder lange gläserne -tallene Hohlkugeln oder Röhren, mit zwei Oeffnungen, für einen bestimmten Ton -mt, welche mit der einen Oeffnung in den Gehörgang eingepasst werden. Die Luft--ldet in Verbindung mit dem Gehörgang und dem Trommelfell ein elastisches System, Befähigung zu eigenthümlichen Schwingungen, unter denen besonders der Grund--h Mittönen stark hervorgerufen werden kann. Findet sich dieser Grundton des Re- in einem Tongemisch, so braust er, wenn das andere Ohr verstopft ist, wobei man -ng im Allgemeinen nur gedämpft hört, mit grosser Stärke in das Ohr. Vorzüglich -e Weise hat HELMHOLTZ mit Hülfe sehr verschiedener Resonatoren die Klänge der ver--en Instrumente auf ihre Theiltöne untersucht.

-elben Klänge auf verschiedenen Instrumenten angegeben unterscheiden sich, wie wir wesentlich von einander durch ihre Klangfarbe. Auf dem angegebenen analyti- -Vege kam HELMHOLTZ zu der Erklärung dieser Erscheinung. Die Klänge des Klaviers, -ge, der menschlichen Stimme, der Blechinstrumente etc. unterscheiden sich von -r durch die den Klang komponirenden Theiltöne und ihre relative Stärke. Nicht

immer ist der Grundton der stärkste; manche Obertöne fehlen oft ganz ode
durch auffallende Stärke oder Schwäche vor den übrigen aus. Je reicher ein
tönen ist, desto brauchbarer ist er in musikalischer Beziehung, doch dürfe
ton nicht an Stärke überwiegen, der Klang erhält sonst den Charakter
wird klimpernd, wenn die Obertöne sehr hoch sind. (Das Nähere bei
den Tonempfindungen. Die Menschenstimme hat schon Kapitel XVI. ihre
vorliegenden Beziehung gefunden.)

Man hätte annehmen können, dass nicht nur die Obertöne, sonder
differenzen die Klangfarbe erzeugen könnten. Das Experiment weist d
zurück. So müssen wir also annehmen, dass unser Ohr im Stande ist, d
Theiltöne zu zerlegen und auf diese Weise — wie durch die Anwendung
— nicht nur ihre Anwesenheit, sondern auch ihre relative Stärke zu best
Centralorgan des Gehörsinnes vereinigt wieder die getrennten Empfindun
gewissen Grade, zu einer Mischempfindung. Wir haben hier also analoge
bei dem Farbensehen mit dem Auge. Auch dort mussten wir annehmen,
haut die Mischfarben, welche den Klängen entsprechen, in die Grundfarben
auch dort wurde uns der Akt der Mischungsempfindung erst in dem Ce
scheinlich.

Helmholtz entwickelte hieraus seine schon erwähnte Hypothese, die
ausgeführt werden soll, und die im Allgemeinen auf dem Satze basirt,
Gehörgange die periodischen Schwingungen der Klänge in ihre einfach
Schwingungen (Töne) nach dem Gesetz des Mitschwingens durch gleich
schwingende Theile im Ohre selbst zerlegt werden.

Von den bisher besprochenen Klängen, die als einfache Summen
zufassen sind, müssen die Kombinationstöne unterschieden werden.
Umständen — wenn die durch zwei gleichzeitig vorhandene Töne gesetzte
änderungen der Luft nicht sehr klein sind — in der Luft selbst schon zusa
wegungen zu Stande, die als neue Töne wahrgenommen werden. Es su
die Schwingungszahlen der sich vereinigenden Töne, sodass der Kombin
der gleichen Zeit soviel Schwingungen besitzt, als die Summe oder Diff
gungszahlen der Grundtöne beträgt. Nicht nur die Grundtöne, sonder
können zu solchen Kombinationstönen verschmelzen.

Zeichnen wir uns einen Ton als eine regelmässige Wellenlinie auf, so l
schaulich machen, (wenn wir eine vollkommen gleiche Wellenlinie so i
zeichnen, dass die zweite gerade um eine halbe Wellenlänge später be
wodurch beide Wellen vernichtet werden), wie bei Tönen, welche in
stehen, Ruhe eintreten kann, wenn sie gerade um eine halbe Wellenlänge
Bei Tönen, welche in der Höhe etwas verschieden sind, deren Wellen sic
decken, entsteht unter den angegebenen Umständen nicht Ruhe, sonder
Schwankungen der Tonstärke, sogenannte Schwebungen. Nur wenn d
selten erfolgen, lassen sie sich noch als einzelne »Schläge« empfinde
selben so rasch folgen, dass sich die Einzeleindrücke verwischen, wird di
und rauh und macht auf das Gehör den unangenehmen, stossenden Eind
nanz, die Helmholtz mit der Empfindung des Flackerns eines Lichte
stärksten ist der unangenehme Eindruck der Dissonanz, wenn sich in
Schwebungen 33mal wiederholen, erfolgen sie öfter, so nimmt, ohne d
der Empfindung geändert wird, die Unannehmlichkeit derselben ab. A
Kombinationstöne können natürlich Veranlassung zu Schwebungen und
nanz geben. Es tritt aber unter allen Umständen der Eindruck der Dis
ein, wenn das Intervall der beiden schwebenden Töne nicht zu gross ist,

Fasern resp. Akustikusfasern erregt werden würden, deren gemeinschaftlicher ustand sich nicht stört (Helmholtz).

ie Konsonanz oder Dissonanz der Obertöne unterscheiden sich die Intervalle der ten Tonleiter wesentlich von einander. Bei der Oktave z. B. fallen alle Obertöne ndtöne zusammen, so dass keine Schwebungen entstehen können, die sich aber ingsten Unreinheit der Instrumentalstimmung sogleich ergeben. Andere Inter- en auch bei vollkommen reiner Stimmung aus dem entgegengesetzten Grunde , so z. B. die grosse Septime und die kleine Sekunde, bei denen die Obertöne nur albton aus einander stehen. Man kann darnach die Intervalle in 5 Abtheilungen

olute Konsonanzen — alle Obertöne fallen zusammen —: Oktave, Duo- ppeloktave.

lkommene Konsonanzen — die nicht zusammenfallenden Obertöne kommen icht so nahe zu liegen, dass sie bedeutende Rauhigkeiten geben könnten —: arte.

tlere Konsonanzen — in tieferen Lagen merklich rauh —: grosse Septe, z.

ollkommene Konsonanzen: kleine Septe, kleine Terz.

sonanzen, die selbstverständlich wieder eine Eintheilung nach verschiedenen r Rauhigkeiten erlauben. —

kkord entsteht dadurch, dass drei Töne zusammen kommen. Er kann ur dann konstant sein, wenn seine Intervalle konsonant sind. Bei den Moll- n geben die Kombinationstöne theils dem Akkorde fremde Töne, theils kommen er und den primären so nahe, dass Dissonanzen entstehen, die nur wegen der der Kombinationstöne den Akkord selbst nicht merklich stören, ihn aber doch lar erscheinen lassen, worauf es beruht, dass die Mollakkorde so geeignet sind, übe Gemüthsstimmungen zum musikalischen Ausdruck zu bringen. Die Melodie, gung der Töne in der Zeit, setzt ausser dem Takte noch eine feste Tonleiter elche auf der Verwandtschaft der Klänge unter einander beruht. Bei den ist die Verwandtschaft vollkommen, die Partialtöne sind gleich, es kommen keine zu; so kommt es, dass man die ganze Tonmasse zuerst in eine Reihe von Oktaven Bei den anderen Klängen kommt stufenweise Neues hinzu, was die Verwandt- n mehr oder weniger verdeckt (Helmholtz).

he Ausbildung des Gehörorganes, welche eine Auffassung der Reizverschiedenheit en einander liegenden Akustikusendorganen, den Corti'schen Fasern oder Hörhaaren Helmholtz'schen Hypothese voraussetzt, ist wie beim Auge und dem Tastorgane eine fortgesetzten Erziehung. Bei dem Neugebornen ist das Gehörvermögen noch g entwickelt, das stärkste Geräusch scheint keinen besonderen Eindruck auf das ne Kind zu machen. Nach einiger Zeit scheint es die hohen Töne zu vernehmen, s wählen die Wärterinnen solche, um seine Aufmerksamkeit zu erregen. Es spricht eine geringe Empfindlichkeit des Hörnerven noch bei dem grösseren Kinde, es sind ten und stärksten Töne, die es vor allem liebt, starke, Erwachsenen unangenehme machen ihm angenehme Eindrücke. Im Alter stumpft sich die Sensibilität des ven mit den übrigen Nervenfunktionen wieder mehr oder weniger ab, sodass Greise as schwerhörig sind.

ie Kopfknochen, das äussere Ohr und der äussere Gehörgang.

opfknochen. Der tief eingeschlossen in dem Innern der Schädelknochen Gehörnerve kann nur dadurch von den Schallwellen erreicht werden, auf Theile des Körpers übergehen, und in diesen bis zu den akusti-

schen Endorganen sich fortpflanzen. Den Hauptweg der Schallle[...]
specifischen Apparate des Gehörorgans selbst; aber die Schallwell[...]
der ganzen Körperoberfläche auf elastische Theile, welche in höhe[...]
ringerem Grade die Schallbewegung zu leiten vermögen. Von de[...]
Theilen des Körpers können keine Schallwellen bis zu dem Akusti[...]
dagegen erscheinen die Kopfknochen zur unmittelbaren Ueber[...]
Schallwellen vor allem fester oder tropfbarflüssiger Körper zum Ge[...]
eignet. Bei den unter Wasser lebenden Wirbelthieren werden die[...]
welche sich im Wasser fortpflanzen, normal zum grossen Theil zu[...]
Schädelknochen und durch diese auf den Akustikus übertragen. [...]
schen und den übrigen in der Luft lebenden Wirbelthieren ist di[...]
Knochenleitung eine untergeordnete, mehr zufällige, und zweifell[...]
Schallwellen der Luft nur in geringer Intensität auf diesem Wege g[...]
Immerhin verbindet sich diese Leitung stets mit der Leitung auf d[...]
und kann diese in besonderen, z. B. krankhaften Fällen bis zu e[...]
Grade ersetzen.

Das äussere Ohr hat bei vielen Thieren eine im Allgemeinen t[...]
Gestalt und kann durch Muskeln in die Schallrichtung eingestellt w[...]
seine Hauptwirkung als Hörrohr unzweifelhaft. Auch das mensc[...]
Ohr scheint bis zu einem gewissen Grade diese Aufgabe zu erfüllen[...]
ihm die Trichterform weniger ausgesprochen und seine Bewegungs[...]
ganz verloren gegangen. Die von der Anatomie beschriebenen M[...]
Bewegung des äusseren Ohres im Ganzen, für das Vor- und Rückw[...]
Heben der Ohrmuschel sowie die zwischen Abschnitten des Ohrkn[...]
fenden Muskeln können wegen mangelnder Uebung nur von Wenige[...]
Thätigkeit versetzt werden. Die mannichfachen leistenartigen Ve[...]
Vorsprünge der muschelförmigen Ohrfläche sollten nach älteren Phy[...]
HAVE) alle die Ohrmuschel treffenden Schallwellen in solcher Rich[...]
tiren, dass sie in den äusseren Gehörgang eingeworfen würden.
HARLESS' Versuche haben diese Meinung im Allgemeinen widerlegt.
flexion ist vorzüglich nur die Concha thätig, sie wirft die Schallw[...]
gegen den Tragus, von wo sie in den Gehörgang gelangen, die üb[...]
heiten des Ohres scheinen die Reflexion wenig oder nicht zu unte[...]
äussere Ohr ist aber nicht nur Reflektor, sondern als eine freistehe[...]
Platte auch ein Leiter der Schallwellen. Es nimmt die Schallwe[...]
Breite auf und leitet sie zu seiner Ansatzstelle und von da zum Tr[...]
den Kopfknochen. Von diesem Gesichtspunkte aus lässt sich die[...]
wunderlichen Bildung des äusseren Ohres mit ihren Unebenheiten[...]
und Vertiefungen einigermaassen einsehen. Diejenigen Theile der Oh[...]
auf welche die Richtung der Schallwellen senkrecht ist, werden [...]
stärksten aufnehmen; die Unebenheiten des Ohres sind aber so mann[...]
beliebig gerichtete Schallwellen auf die Tangente einer dieser Erhabe[...]
recht sein werden (J. MÜLLER). Auch bei dem Ohre der Thiere kom[...]
tung der Schallwellen durch das äussere Ohr in Betracht.

Der äussere Gehörgang, der nach dem mittleren Ohre [...]
Trommelfell abgeschlossen ist, beginnt mit einer etwas trichterförmi[...]
rung, welche den Luftwellen in grösserer Ausdehnung den Eintritt g[...]

ündung gelangenden Schallwellen der äusseren Luft gehen auf die in ene Luftsäule über und kommen wohl niemals direkt, sondern stets n- oder mehrmaliger Reflexion an den Wänden des Gehörganges zum le. Die Wände des Ganges dienen daneben auch zur direkten Schall- äusseren Ohrknorpel und den Kopfknochen aus.

re Oberfläche des Gehörganges, welche mit einer Fortsetzung der äusseren Haut t ist, wird von den Sekreten der hier mündenden Ohrenschmalz- und Talgdrüsen besonders aus Fett bestehenden Schichte, dem sogenannten Ohrenschmalz, . Bei mangelnder Absonderung desselben soll Schwerhörigkeit und Brausen im kt worden sein, doch ist seine Bedeutung für das Gehörorgan noch nicht näher Das Ohrenschmalz enthält ein Albuminat, Olein und Margarin, einen löslichen bitteren Stoff und anorganische Salze. Das Mikroskop zeigt Talgzellen lzellen, freies Fett und Cholesterinkrystalle.

ssere Gehörgang ist beim Erwachsenen im Ganzen etwa 3—3,25 Cm. lang, es Dritttheil hat eine knorpelige Grundlage. Er stellt eine leicht spiralig gewun- e dar, mit der Richtung nach innen und etwas nach vorne. Er steigt dabei anfangs aufwärts, biegt sich dann ziemlich plötzlich und beinahe senkrecht nach abwärts zuletzt wieder etwas an. Zur Untersuchung des Gehörganges muss man Ohrmuschel mit dem knorpeligen Theile des äusseren Gehörgangs etwas nach auf- en.

ite des Ganges ist am geringsten etwa in der Mitte. Der Durchmesser der äusse- ng ist in vertikaler Richtung am grössten, 8—9 Mm., die horizontale Ausdehnung mmelfell am bedeutendsten, wo sie 6—8 Mm. beträgt. Der knöcherne Gehör- eine ovale Richtung, der grosse Durchmesser des Ovals steht in dem äusseren senkrecht, in dem inneren dagegen schräg. Da das Trommelfell den äusseren schräg abschliesst, so wird letzterer in seinem inneren Ende von der Pauken- rlagert. Sein inneres Ende zeigt zur Befestigung des Trommelfells eine Furche, nen hinteren, unteren und vorderen Umfang umgiebt: Trommelfellfalz, Sul- nicus, nach oben zeigt dieser eine Unterbrechung von 2,5—3 Mm. Länge, den chen Ausschnitt. Direkt an dem Trommelfellfalze zeigt sich das innere Ende er'schen Spalte, in welcher der lange Fortsatz des Hammers befestigt n welcher das Ligamentum mallei anterius liegt. Die Ebene des Trommelfells bildet lebene des Kopfes einen nach oben und hinten offenen Winkel, mit dem äusseren g bildet es einen Winkel von etwa 55°, die Trommelfelle beider Seiten bilden mit einen nach oben offenen stumpfen Winkel von 130—135°.

Zum Bau des mittleren Ohrs.

aukenhöhle, deren Anatomie wir, wie die des ganzen Gehörorganes, im en als bekannt voraussetzen, und die in ihr eingeschlossenen Theile zu, um die Schwingungen der Luft hinreichend kräftig auf das Wasser des s zu übertragen. Die Paukenhöhle ist von dem inneren Ende des äusse- ganges, durch das Trommelfell abgegrenzt, eine dünne, in einem knö- inge (cf. oben) ziemlich schlaff (Helmholtz) ausgespannte Membran. Nach die Paukenhöhle von dem Labyrinthe durch knöcherne Wände getrennt, n sich zwei durch direkt an das Labyrinthwasser angrenzende Membra- hlossene Oeffnungen, Fenster, finden. In dem oberen, dem ovalen ist die Fussplatte des Steigbügels befestigt, sodass derselbe durch die Gehörknöchelchen mit dem Trommelfelle in Verbindung steht, das

untere, **runde Fenster** ist nur durch eine Membran: Membran... secundaria geschlossen. Mit dem oberen Theile der Schlundhöhle steht ... kenhöhle durch die mit einer flimmernden Schleimhaut ausgekleidete ... **Trompete** in Verbindung, deren dem Schlunde zugekehrte Oeffnung ... dung einer Tuba erweitert ist, in der Mitte ist sie zu einer Spalte ... gegen die Paukenhöhle zugewendeter Theil besitzt eine knöcherne, ... Abschnitte eine knorpelige Grundlage. Der Tubarknorpel stellt in ... abschnitte eine winkelig zusammengebogene Platte dar, die auf Quer... Knorpelhaken erscheint (Fig. 230). Der willkürliche Musculus ...

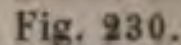


Fig. 230.



Querschnitt der Ohrtrompete mit ihrer Umgebung. 1 Mediale Knorpelplatte. 2 Lateraler Kn... dilatator tubae. 4 Musc. levator veli palatini. 5 Fibrocartilago basilaris. 6 u. 7 Acinöse Drüs... der lateralen Wand. 9 Sicherheitsröhre, 10 Hilfsspalte. 11 Falten der Schleimhaut. 12 ... des Gewebe.

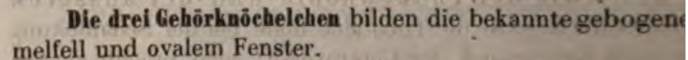
tubae (v. Troeltsch) vom Musculus tensor palati mollis hat in der ... der Ohrtrompete seinen Ansatz an dem stumpfen Ende der lateralen Kn... indem seine platte Sehne mit dem Perichondrium des Hakenendes zusam... Bei der Zusammenziehung des Muskels wird der Haken gegen den Ham... goideus hingezogen und die Tubarspalte, deren Schleimhautflächen in ... leren Abschnitt direkt an einander liegen, dadurch erweitert.

Der Musculus dilatator tubae geht nach oben direkt in den Musculus te... pani über (v. Troeltsch, L. Mayer, Rüdinger). Während der Erschlaffung ... drücken die gegen einander federnden Knorpelplatten in dem Mittelstück der ... die Schleimhautflächen an einander an und verschliessen dadurch hier die ... der obere Abschnitt ist dagegen nicht vollkommen verschlussfähig. Rüdinger ... oben gegebene Abbildung, Fig. 230) nennt den sich in dem oberen Abschnitt findenden ... stehenden, halbcylindrischen Raum unter dem Knorpelhaken: Sicherheitsr... lich schliesst sich an sie die nur durch die Muskelwirkung zu öffnende Hülfsspa...

uba dient zur Abführung des Sekrets der Schleimhaut der Pauken-
ihres eigenen. Ihre wichtigste Aufgabe scheint die zu sein, durch
pelig-muskulösen Mechanismus die Paukenhöhle zu ventiliren,
lung der Luft der Paukenhöhle mit der äusseren Luft zu unterhalten.
bei Verschluss von Mund und Nase die Luft im Munde zusammen-
durch Saugen verdünnt, so tritt bei Schluckbewegungen mit
lichen Gefühl von Spannung im Trommelfell und einem Knacken im
n die Paukenhöhle entweder ein oder aus ihr heraus (VALSALVA's Ver-
allen Schluckbewegungen, bei denen der Tensor palati mollis in Thä-
mt, öffnet sich die Tuba, wodurch etwaige Druckunter-
zwischen der Luft der Paukenhöhle und der äusseren
eglichen werden. Ob die Tuba eine Rolle bei der Schallleitung
welche, ist noch Gegenstand der Controverse; man brachte sie mit
hen Hören der eigenen Stimme in Verbindung. Eine in den Mund ge-
hört man jedoch schlecht. Ihr dauernder Verschluss bringt Schwer-
rvor, vielleicht oder wahrscheinlich durch Veränderung des Luftdrucks
enhöhle und dadurch veranlasste stärkere Trommelfellspannung (cf.

ommelfell hat im allgemeinen eine elliptische Form, deren Regelmässig-
ch vorn und oben gelegene sogenannte Rivini'sche Ausschnitt
längere Axe des Ellipsoides geht von hinten und oben nach vorne und
kürzere von vorn und oben nach hinten und unten. Der längere Durch-
st zwischen 9,5—10 Mm., der kürzere 8 Mm. (J. KESSEL). Die Mitte
nelfells, der Nabel, ist durch den hier an der inneren Seite der
efestigten Handgriff des Hammers, welcher durch die Befestigung des
cf. unten) einwärts gezogen wird, ziemlich stark nach innen gespannt,
e Membran eine trichterförmige Wölbung bekommt, deren Spitze die
Hammerhandgriffs darstellt. Die Wände dieses Trichters sind gegen
ung konvex gewölbt, am geringsten ist diese konvexe Wölbung
dem Nabel aus nach oben und vorn verlaufenden Meridiane, in wel-
tiel des Hammers an das Trommelfell sich anlegt. Der kurze Fortsatz
is des Hammerstiels drängt das Trommelfell etwas nach aussen. Das
l ist in dem Trommelfellfalz mit einem verdickten Saum: Sehnen-
gwulst, Annulus tendineus eingefügt. Im Uebrigen ist es nur etwa
ck, lässt aber drei verschiedene Schichten unterscheiden. Seine mitt-
Schichte: Membrana propria s. fibrosa tympani ist nach aussen von
hte der Cutis, nach innen von einer Schichte der Paukenhöhlenschleim-
leidet.

nulus tendineus zeigt ausser feinen elastischen Fasern vorzugsweise radiär ver-
ehnenfasern, welche zum grossen Theil aus den radiären Fasern des Trommelfells
nd von Fasern anderer Richtung dicht durchflochten sind. Nach vorne und hin-
die Fasern des Ringwulstes in kontinuirlicher Verbindung auf den Fasern der
des Periosts des Gehörgangs sowie mit denen des Periosts und der Schleimhaut
nhöhle. Am RIVINI'schen Ausschnitt fehlt der Ringwulst, hier verlaufen die Fasern
kt in die Grundlage der Cutis und des Periosts des Gehörgangs, theils wenden sie
unten zur Anlagerungsstelle des kurzen Hammerfortsatzes, dadurch wird ein drei-
er halbmondförmiger Raum, die Membrana flaccida, des Trommelfells gebildet; hier



Die drei Gehörknöchelchen bilden die bekannte gebogene
melfell und ovalem Fenster.

An dem Körper des Hammers befindet sich nach oben du
rung abgegrenzt der rundliche Kopf, der nach hinten und innen
förmig gestaltete Gelenkfläche mit dem Amboss trägt. Nahezu in
ses geht der Handgriff oder Hammerstiel ab, der mit einer von auss
abgeflachten Spitze im Trommelfell befestigt ist. Der zarte lange
in der Fissura Glaseri durch Bandmasse gehalten. Der kurze Fo
Halse nach aussen abgeht, legt sich mit seiner konischen Spitze an
Amboss ähnelt einem zweiwurzeligen Backenzahne, dessen K
dem Hammer trägt. Sein kurzer Schenkel wendet sich nahezu
und ist durch Bandmasse straff an die hintere Wand der Paukenh
Schenkel ragt allmählich schmäler werdend nahezu parallel dem
frei in die Paukenhöhle hinein, an seinem Ende biegt er sich nach
ziemlich bedeutend. An diesem Ende sitzt ein, bei Erwachse
Ambossschenkel fest verwachsenes rundes Knöchelchen, Ossic
processus lenticularis, welches mit dem Knopf des Steigbügels
überknorpelten Eindruck zeigt, artikulirt. Durch die beiden S
Steigbügels mit seiner Fussplatte verbunden, welche in dem Sulcu
sters befestigt ist. Die Fussplatte hat, wie das ovale Fenster, eine
biegt sich gegen den Vorhof etwas aus. Der vordere Schenkel ist
als der stärker gekrümmte hintere Schenkel des Steigbügels.

Verbindung der Gehörknöchelchen. Der Hammer ist an dem T
kurzen Fortsatz und dem Handgriff befestigt. Das spatelförmige
von Fasern, die dem Perioste angehören, kreisförmig umzogen; i
sich auch radiär und gekreuzt verlaufende Fasern dazu. Mit de
schnitts des Hammergriffs ist die Sehnenhaut des Trommelfells
gewebe verbunden, sodass eine geringe Verschiebung möglich is
wurde eine unvollkommene gelenkartige Verbindung gegen den ku

ierambossgelenk ist im Ganzen ein Sattelgelenk. Sein Kapselband l straff, wodurch die Drehung der Knochen gegen einander sehr beschränkt rägt im Ganzen nach HELMHOLTZ kaum 5⁰. Das Gelenk erlaubt diese Drehung durch den Kopf des Hammers gegen den kurzen Fortsatz des Amboss hin- Der Drehung für die Einwärtstreibung des Hammers setzt sich nach HELM- von Sperrzähnen im Gelenke entgegen; dagegen kann der Hammerstiel eben werden, ohne den Amboss mitzunehmen. Nach RÜDINGER liegt ein ı. dicker Faserknorpel, der an einer Seite mit der Kapsel verwachsen ist, beiden Gelenkflächen.

Ambossschenkel ist durch das straffe hintere Ambossband mit der Pauken- rbunden. Der Schenkel selbst und die Anlagestelle an der Paukenhöhle zeigt em Knorpel überzogen (RÜDINGER), sonach haben wir hier auch eine Art von RÜDINGER ist die Verbindung des Steigbügels mit dem Amboss ein durch eine heibe in zwei Abtheilungen getrenntes Doppelgelenk mit fibröser Kapsel und eglichkeit, im Allgemeinen eine Arthrodie. Die in die Gelenke der Gehör- ingelagerten Knorpelscheiben betrachtet RÜDINGER als elastische Polster mit on Puffern.

dung der Fussplatte des Steigbügels mit dem ovalen Fenster entspricht eben- lenke, sie ist nach RÜDINGER ein Halbgelenk. Die überknorpelten, einander Ränder werden durch elastische Faserzüge, das Ringband des Steig- inander verbunden. Die Fasern laufen von den Knorpeln aus gegen einander; ien treffen, entsteht durch netzartige Vereinigung der Gewebsbündel ein mit üllites Lückensystem (RÜDINGER). Für die Steigbügelbasis bleibt, da die des ovalen Fensters durch den Knorpelbeleg verkleinert, die der Fussplatte össert werden, ein nur sehr geringer Spielraum der Beweglichkeit. Am hin- ist die Verbindung am festesten.

hörknöchelchen greifen bekanntlich zwei quergestreifte, willkürliche Mus- Fasern des Trommelfellspanners, M. tensor tympani, für seinen dünnen langen Muskelbauch entspringen (cf. oben) vom knorpeligen Theil der Ohr- den angrenzenden Keilbeinpartieen, der Muskelbauch dringt in den über dem schnitt der Tuba gelegenen Canalis tensoris tympani ein, an dessen Wänden ner Fasern ihren Ursprung nehmen. Der Verlauf des Muskelbauchs in seinem ezu horizontal von vorne und innen nach hinten und aussen bis an das vor- ovalen Fensters, hier biegt sich seine dünne Sehne ziemlich in rechtem en Rand des als Rolle dienenden Processus trochleariformis und setzt sich an oberen Endes des Hammergriffs an. Zu dem Muskel gelangt aus dem Ganglion iner Nervenzweig, der vom Trigeminus abstammt. Der Steigbügel- tapedius, entspringt dicht an dem absteigenden Theile des Fallopischen Kanals, feine Sehne in die Trommelhöhle heraustritt, um sich an dem Knopf des Steig- die Kapsel des Ambosssteigbügelgelenkes anzusetzen (RÜDINGER). RÜDINGER M. fixator baseos stapedis ein aus spindelförmigen Zellen bestehendes Bündel, nem feinen Knochenvorsprung hinter dem eiförmigen Fenster entspringt und er werdender Basis im Winkel zwischen dem Steigbügelschenkel und dem ndem Theil der Fussplatte, sowie an ihrem oberen Rand befestigt. Man kann onist des willkürlichen Musculus stapedius auffassen, er fixirt die Basis an velche durch die einseitige Wirkung des M. stapedius gegen den Vorhof be- DINGER).

anatomischen Bildungen des mittleren Ohres gehören noch die Zellen des satzes, welche unter sich kommuniciren und mit der Paukenhöhle durch nastoideum zusammenhängen. Sie sind mit einer dünnen Fortsetzung der schleimhaut ausgekleidet.

imhaut der Paukenhöhle steht im Zusammenhang mit der Tuba. Sie

überkleidet nicht nur die Wände der Trommelhöhle, sondern auch die in d… Theile, zu diesem Zwecke steigen zwei Falten vom Dache der Höhle herab, … vordere die Sehne des Tensor tympani, die hintere den Steigbügel überkl… Hammer und Amboss geht die Schleimhaut der äusseren Wand über. Die o… hautschichte bilden ziemlich hohe flimmernde Cylinderzellen, die Höhe d… an der Trommelfellgrenze allmählich ab, und das Trommelfell selbst ist vo… Lage von Plattenepithel überkleidet. Nach v. Tröltsch und Wendt finden … kenschleimhaut eine oder mehrere traubenförmige Schleimdrüsen.

Schallleitung im mittleren Ohr.

Die Schallwellen der Luft werden im mittleren Ohre in Sch… Trommelfells und in Bewegungen der Gehörknöchelchen umgesetzt … auf das Labyrinthwasser übertragen. Nach Ed. Weber bilden Amb… mer zusammen einen festen Winkelhebel, dessen Drehungsaxe … folianus des Hammers zur Spitze des kurzen Ambossfortsatzes hinl… den und mit ihnen der Steigbügel durch die Schwingungen des Tr… Ganzes bewegt, und ebenso ist auch das Labyrinthwasser als eine … zu bewegende Flüssigkeitsmasse zu betrachten.

Joh. Müller hatte mit Savart angenommen, dass in den be… tungsapparaten die Schallwellen als Verdünnungs- und Verdichtun… schreiten. Helmholtz weist im Anschluss an E. Weber mathemati… diese Annahme wegen der Kleinheit der betreffenden Organe unsta… Wellenlänge beinahe aller Töne der Skala ist im Verhältniss zur … Apparate des mittleren und inneren Ohres sehr gross. Die Memb… knöchelchen, das Labyrinthwasser sind daher in dieser Beziehung a… sibel zu betrachten, die Verschiebungen ihrer eigenen Theile im Sin… dichtungs- und Verdünnungswelle ist vollkommen verschwinde… Amplitude der Schallschwingung. Sie können also nur … schwingen, und die Schwingung des Trommelfells pflanzt si… momentan auf das Labyrinthwasser und durch dieses fort, alle die… immer in gleicher Phase der Schwingung begriffen. Das Gleiche gil… bei den tieferen und mittleren Tönen der Skala auch für die im G… der Trommelhöhle enthaltene Luft.

Durch Bewegungen des Trommelfells wird die Kette der Geh… in Bewegung gesetzt. Der Hammer allein würde (Helmholtz) sich … Axenband als Axe drehen, durch die Verbindung mit dem Amb… Drehung etwas modificirt, es treten geringe Verschiebungen des H… den Amboss ein, welche nach Helmholtz die Bedeutung haben, d… des Trommelfells immer in einer gegen die Ansatzebene senkrechten … wegt wird, er würde durch die Drehung des Hammers allein, da … band gegen die Ansatzebene schief gerichtet ist, etwas nach hinte… werden.

Durch den Zug des M. tensor tympani werden alle Befestigun… Gehörknöchelchen straff gespannt. Bei seiner Kontraktion zieht … zunächst den Hammerstiel und mit ihm das Trommelfell nach inne… selben Richtung zieht er auch das Axenband und strafft dasselbe an.

Hammerkopf vom Ambosspaukengelenk entfernt, dadurch auch die Haft-
s Amboss gespannt, sowohl die gegen den Hammer als die an der Spitze
rzen Fortsatzes, sodass diese etwas vom Knochen abgehoben wird. Der
ekommt dadurch die Stellung, in welcher die Sperrzähne des Hammer-
lenkes am festesten in einander greifen. Endlich muss sein langer
die Einwärtsdrehung des Hammerstiels mitmachen, dadurch auf den
l drücken und dessen Fussplatte in das ovale Fenster gegen das
einpressen (HELMHOLTZ). Nach den oben angegebenen Beobachtungen
s bewirkt der M. stapedius eine straffe Anziehung auch des Amboss-
lgelenkes. Durch die Spannung der beiden Muskeln werden also die
ngen der Knöchelchen so gefestet, dass das System mit dem Trommelfell
s schwingen kann.

Beweglichkeit der Steigbügelfussplatte ist, wie direkte Beobachtungen
HOLTZ und die oben gegebene Darstellung der Verbindung mit dem
Fenster lehren, eine sehr geringe, die grössten Werthe, welche HELM-
ür fand, betrugen zwischen $\frac{1}{14}$ und $\frac{1}{18}$ Mm. Bei dem Einwärtsziehen
nerstiels drückt der lange Ambossschenkel fest auf das Knöpfchen des
ls. Beim Nachauswärtsziehen des Hammerstiels übt dagegen der Am-
nal keinen Zug auf den Steigbügel aus, da dabei die nach dieser
möglichen Drehungen in dem Hammerambossgelenke eintreten. Diese
ng hat den Erfolg, dass das Trommelfell mit dem Hammer beträchtlich
sen getrieben werden kann, ohne dass der Steigbügel aus dem ovalen
usgerissen würde. Gegen zu starke Einwärtsbewegungen des Trommel-
st letzteres selbst ein sehr kräftiges Hemmungsband. Die Gelenke der
nöchelchen scheinen also ihren Hauptzweck darin zu besitzen, dass
usgiebigeren Bewegungen des Trommelfells, wie sie normaler Weise vor-
, möglich machen, ohne dass dadurch die Verbindungdes Steigbügels mit
nden Fenster zerstört würde. Die Bewegungen des Steigbügels gehen nicht
seine Längenaxe, sondern auch um eine Queraxe der Fussplatte vor sich.
inwärtstreibung des langen Ambossschenkels wird dessen Spitze und damit
bügelknöpfchen und der ganze Steigbügel etwas gehoben, was durch die
Festigkeit seiner Befestigung am oberen und unteren Rand des ovalen
gestattet wird (HENKE, LUCAE, POLITZER). Dadurch wird bei der Einwärts-
des Steigbügels in das Fenster der obere Rand der Fussplatte etwas mehr
ntere vorwärtsgeschoben.

n die Gelenke des Hammers und Ambosses in der oben dargestellten Weise
skelwirkung gefestet sind, so kann man nach HELMHOLTZ das System der
nöchelchen als einen einarmigen Hebel betrachten, dessen Hypomochleon
wo die Spitze des kurzen Fortsatzes des Amboss sich nach aussen hin
Wand der Trommelhöhle anstemmt. Die Spitze des Hammerhandgriffs
Angriffspunkt der Kraft dar, die Spitze des langen Ambossschenkels den
ler auf die Last wirkt. Diese drei Punkte liegen in der That nahezu in
raden Linie. HELMHOLTZ bestimmte die ganze Länge dieses Hebels zu
, den kürzeren Arm zwischen den beiden Spitzen des Amboss zu $6^1/_3$,
erselbe genau zwei Dritttheile des längeren beträgt. Daraus folgt, dass
stetem Hammerambossgelenk die Exkursionen der Spitze des langen Am-

gang aus in Bewegung gesetzt. Er fand, dass die Axe des Ha
Processus folianus geht, die des Amboss durch die Spitze des k
seien aber nicht fest, sondern beweglich. HELMHOLTZ' Versuch
LITZER's Methode angestellt.

Durch die Kontraktion des M. tensor tympani wird an sich
ovale Fenster tiefer eingetrieben, wodurch das Labyrinthwasse
fährt. POLITZER bewies das experimentell dadurch, dass er an ei
in den halbzirkelförmigen Kanal ein Manometer einsetzte, welch
minus, von dem der Muskel versorgt wird, einen stärkeren Dru
zeigte. HELMHOLTZ bemerkte bei anderweitig erzielter Beweg
dieselbe Drucksteigerung nach der gleichen Methode. Durch
Labyrinthe werden Bewegungen seiner Flüssigkeit, respektiv
Fensters in geringerem Grade möglich, eine bestimmte Intensi
bringt dann eine schwächere Wellenbewegung in dem Labyrint
hier sonach einen Dämpfungsapparat gegen stärkere Sch
wird während seiner Einwirkung vorübergehend etwas schwer

Das Trommelfell. Gespannte Membranen werden wie
die Schallbewegungen der Luft im Allgemeinen dann i
wenn ihre Schwingungszahl, resp. ihr Eigenton mit d
entweder übereinstimmt oder ein vielfaches desselben ist.
scheidet sich von einfachen gespannten Membranen aku
innerhalb gewisser Grenzen von einfachen Tönen und Klän
in Schwingungen versetzt werden kann, welche nach Schv
sität dem erregenden Tone oder Klange entsprechen. H
schen Eigenschaften einer wie das Trommelfell trichterfö
bran mit gegen das Lumen des Trichters konvexer Wand
nung des Trommelfells wird durch den Handgriff des
seine Befestigungsbänder und je nach der Spannung de

erth des Luftdrucks einer relativ grossen am Hammergriff wirkenden leichgewicht halten oder eine solche ersetzen. Die Verschiebung des lls, namentlich seines centralen Abschnitts, ist wenigstens dreimal die dadurch veranlasste Bewegung der Spitze des Hammerstiels. HELM-an einem in der Form des Trommelfells getrockneten Stück Schweins-akustischen Wirkungen einer ähnlich wie das Trommelfell gekrümmten studirt. Er leitete ihr durch ein aufgesetztes Stäbchen die Schwingungen zu. Er fand, dass die gekrümmte Membran trotz ihrer Kleinheit eine Resonanz zeigte, fast der einer Violine ähnlich, und zwar erstreckt se Resonanz wie beim Trommelfell über einen sehr Theil der Skala, und sie wird namentlich für hohe Töne itte der viergestrichenen Oktave so mächtig, dass sie ertragen ist. Umgekehrt konnte auch von der gekrümmten Mem-die mit ihr verbundene Saite, wenn deren Eigenton angegeben wurde, stark in Mitschwingungen versetzt werden, sodass die Verhältnisse mit rommelfell beobachteten gut übereinstimmen.

schwingungen des Trommelfells werden durch die grossen de gegen seine Bewegung, die Verbindung mit den Gehörknöchelchen .

Trommelfell kann in seiner Spannung wechseln sowohl Wirkung des M. tensor tympani als durch Veränderung des Luftdrucks kenhöhle.

das Einwärtsziehen des Hammerstiels durch den M. tensor tympani pannung des Trommelfells gesteigert, dasselbe ist durch den gesteiger-uck der Fall, sowohl wenn wir durch die Eustachische Trompete Luft mmelhöhle pressen, als wenn wir künstlich den Luftdruck auf die he des Trommelfells steigern, dadurch, dass wir durch Herausziehen us der Paukenhöhle die Luft in derselben verdünnen, wodurch die stärker nach innen gewölbt wird.

stärkere Spannung des Trommelfells macht dieses im Allgemeinen geschickt in Schwingungen zu gerathen, sie ist daher ein Däm-ittel für heftige Schallbewegungen (J. MÜLLER). Gleichzeitig wird, wie twas uneigentlich auszudrücken pflegt, durch die stärkere Spannung das ll gewissermaassen für hohe, durch Abspannung also mehr für tiefe ommodirt. Schon bei gewöhnlicher Trommelfellspannung hören iefe Töne schwächer als hohe. Bei jeder stärkeren Spannung der Mem-stets die oben erwähnte allgemeine Schalldämpfung ein. Die macht sich am auffallendsten für starke Schallschwingungen bemerk-gen lassen schwache Töne aus den mittleren und höheren er Skala, und hierin liegt die oben angegebene Akkommodation, eine ffällige Schwächung erkennen, als die tieferen Töne, die man bei stär-mmelfellspannung unter allen Umständen merklich geschwächt hat. zeigte direkt, dass bei Abspannung des Trommelfells auch die In-der Empfindung hoher Töne zunimmt, nicht nur die der tieferen. Ob ktion des Tensor tympani und damit die Spannung des Trommelfells h oder reflektorisch vom Akustikus oder von den sensiblen Nerven des Gehörganges aus (HARLESS) verändert wird, ist noch Kontroverse.

Einige können die Spannung des Tensor tympani sicher willkürlich er[...]
LER) (cf. unten).

LUCAE hat durch Versuche nachgewiesen, dass das Trommelfell die äußer[...] schwingungen theilweise reflektirt. Je stärker die Trommelfellspannung [...] Anstellung des VALSALVA'schen Versuchs, desto stärker ist die Reflexion [...] Der bei stärkerer Trommelfellspannung eintretenden subjektiven Dämpfung [...] wir oben beschrieben haben, entspricht objektiv eine stärkere Reflexion, [...] die stärker gespannte Membran auftreffenden Schallwellen wird ein gerin[...] genommen, resp. durchgelassen, ein grösserer Theil wird zurückgeworfen. [...] der Spannung nähert sich bei allen Membranen die akustische Reflexionsfäh[...] mehr der an einer starren Fläche. LUCAE nennt den zu seinen Untersuch[...] von QUINCKE angegebenen Apparat: Interferenz-Orthoskop. Der Ton [...] wird durch ein Kautschukrohr in das Ohr geleitet, während ein gabelig get[...] zu den Ohren der untersuchten Person führt. Der Untersucher vernimmt [...] zugleich von dem untersuchten Trommelfell reflektirte Wellen; der Ton [...] wird bei bestimmter Länge des Seitenrohrs durch Interferenz beider Sc[...] mehr gedämpft, je stärker die Reflexion ist.

Die erwähnte Schiefstellung des Trommelfells vergrössert d[...] damit die Schwingungsfähigkeit der Membran, sie ermöglicht es auch, [...] Zahl der von den Wänden des äusseren Gehörganges reflektirten Schallw[...] sammte Trommelfellebene in senkrechter oder in nahezu senkrechter Rich[...]

Die Membran des runden und vielleicht auch die Bandverbi[...] Fensters ist an sich schon geeignet, die Erschütterungen der Luft auf da[...] zu übertragen. Daher kann das Gehör fortbestehen, freilich merklich gesc[...] Paukenhöhlenapparat beschädigt ist, z. B. das Trommelfell durchbohrt od[...] bindung zwischen Amboss und Steigbügel zerrissen, oder wenn eine Anky[...] Steigbügelplatte und ovalem Fenster krankhaft oder bei manchen Thier[...] mal (GEGENBAUR) besteht.

Der Bau des Labyrinths und die akustischen Endappa[...]

Das Labyrinth ist der innerste Abschnitt des Gehörorgans, in [...] die Nervenendigungen des Akustikus. Das Labyrinth bildet eine [...] Felsenbeins, seine Wände sind mit Ausnahme des ovalen und [...] knöchern. Der Verschluss des ovalen Fensters wurde oben bespro[...] bran des runden Fensters, die Membrana tympani secundaria, wird [...] haut der Paukenhöhle und dem Periost der Schnecke gebildet und [...] aus zwei Lagen, von denen die äussere, der Schleimhaut zuge[...] kere ist.

In dem knöchernen Labyrinthe, mit seinem Vorhof, den hal[...] Kanälen und der Schnecke finden sich ziemlich allseitig von der Pe[...] Labyrinthwasser, umspült die Gebilde des häutigen Labyr[...] ebenfalls mit einer wässerigen, eiweisshaltigen Flüssigkeit, der [...] erfüllt sind. Sie schliessen sich zum grössten Theil in ihrer äusser[...] lich innig den Formen des knöchernen Labyrinthes an. Das häutig[...] mit dem Perioste, welches die inneren Wände des knöchernen La[...] kleidet, an einigen Stellen durch starke, Blutgefässe führende Bin[...] Ligamenta labyrinthi canaliculorum et sacculorum (RÜDINGER) verb[...]

Auf dem Querschnitt lässt die Wand des häutigen Labyrinths [...]

unterscheiden. Zu äusserst ein Bindegewebsstratum, auf welchem eine …nica propria aufliegt, von welcher sich (Rüdinger) als normale Gebilde …ige Vorsprünge erheben, die innerste Schichte bildet der Hauptmasse …en Gängen ein einschichtiges Pflasterepithel, in den Säckchen sind die …chgehends etwas cylindrisch. Soweit aber die Verbreitungsbezirke der …en im häutigen Labyrinthe reichen, findet sich konstant ein meist gelb… …ntirtes, eigenartiges Epithel: Nervenepithel.

…äutige Labyrinth zerfällt in zwei Hauptabschnitte; der eiförmigen Grube …ernen Labyrinths und seinen halbkreisförmigen Kanälen, die fast $^2/_3$ …ses umfassen, entspricht das eiförmige Säckchen, Utriculus vesti… … den häutigen Bogengängen, welche mit dem eiförmigen Säckchen …en Bildung des häutigen Labyrinths, in offener Verbindung stehen, jeder …r Ampullenöffnung der knöchernen Kanäle entsprechend eine ampullen… …rweiterung. Die häutigen Bogengänge zeigen nur etwa den dritten Theil …messers der knöchernen Gänge, deren ovales Lumen im langen Durch… …2—1,7, im kurzen 0,8—1 Mm. beträgt.

…nahezu kugelig runde Säckchen, Sacculus rotundus, liegt in dem …nd vorderen Theile des Vorhofs, dicht an dem Eingang der Vorhofs… …s ist nach hinten und oben mit der Wand des ovalen Säckchens zu dem …erwachsen. Nach unten verlängert es sich zum Canalis reuniens … v. A.), einem engen Kanal, der zur Vorhofstreppe hinzieht und sich …winklig mit dem häutigen Schneckengang, dem Ductus cochlearis, … und zwar unmittelbar nach innen von dem sogenannten blinden An… …s Ganges, dem Vorhofsblindsack (cf. die Abbildung bei der vergleichen… …omie des Ohres). Durch den Aquaeductus vestibuli sind die …ckchen in Verbindung gesetzt, sodass demnach der ganze mit der Endo… …efüllte Hohlraum des häutigen Labyrinths in offener Verbindung steht, … Perilymphe und Endolymphe nirgends kommuniciren. Der Aquaeductus … in der Nähe der Säckchen in zwei hohle Zweige, von denen der eine …nde, der andere in das ovale Säckchen übergeht, nach hinten endigt er … blinden Erweiterung (Böttcher). Der häutige Schneckengang, …ine knöcherne Axe, den Modiolus, der Schnecke spiralig aufgewunden … nach oben blind in dem sogenannten Kuppelblindsack (Reichert). …analis reuniens und in die beiden Blindsäcke des Schneckengangs treten …stikusfasern ein, das Epithel ist kurzcylindrisch wie in den Säckchen. … häutige Labyrinth des Menschen und der Säugethiere besteht also im …hen aus den zwei verwachsenen, aber nur durch den Aquaeductus vesti… …einander frei kommunicirenden Säckchen; von dem eiförmigen Säckchen … drei halbcirkelförmigen Kanäle ab; mit dem runden Säckchen verbin… (durch den Canalis reuniens) der einfache und blind endigende, spiral… …f den Modiolus der knöchernen Schnecke aufgewundene ebenfalls häu… …lis cochlearis, der häutige Schneckengang.

… Gehörnerve theilt sich im inneren Gehörgange (Meatus auditorius inter… …en Nervus vestibuli und den Nervus cochleae.

… Nervus vestibuli verbreitet sich an das elliptische Säckchen und die …n, ohne in die halbcirkelförmigen Kanäle selbst einzudringen. In den …n treten die Nerven je an einen durch Einstülpung und Verdickung der

Tunica propria der Ampullenwand erzeugten Wandvorsprung: Crista (Steifensand, M. Schultze), um in ihm und seiner nächsten Umge Epithel einzudringen. Auch in den S det sich je ein ähnlicher, aber etwa Vorsprung der Wand: Macula ac die Nerven endigen. An der Nerv in beiden Säckchen findet sich Auge sichtbarer weisser Fleck, d schleimig-häutige Masse an der In gehalten wird; er besteht aus dopp ten, sechsseitigen Säulchen von Kalk, die als Gehörsand oder chen beschrieben werden (Fig. der Endolymphe der Bogengänge ckengänge kommen nach Hyrt lithen vor.

Fig. 231.



Otolithen, bestehend aus kohlensauerem Kalk (nach Funke).

Die Akustikusfasern treten, M. Schultze erwiesen scheint (Reich, M. Schultze, Kölliker, Rüdin das Epithel ein und endigen in Zellen, die oben je mit einem fein migen Haare, dem Hörfaden, besetzt sind. Das Epithel an den den Stellen besteht aus einem mehrschichtigen Cylinderepithel, zw sich die in die Hörfaden ausgehenden Zellen einschieben. Die Cylinder zellen, lassen also Zwischenräume und feine Kanäle zwischen die Haarzellen oder Stäbchenzellen eingelagert sind, w organe des Akustikus gelten. Ihre Gestalt ist nach übereinstimme tungen spindelförmig, nach unten zeigen sie einen langen, sich als faser charakterisirenden Ausläufer, nach oben tragen sie einen st elastischen Fortsatz, das Hörhaar. Die an die Haarzellen heran sten Nervenfasern (Axencylinder) scheinen sich nach Rüdinger' (cf. dessen Figur 232) durch die Zelle fortzusetzen und sich mit direkt zu verbinden. In den mittleren Theilen des Nervenepithels Haarzellen an Zahl über die Cylinderzellen.

Nach M. Schultze sind die in bestimmten Abständen von ei den Hörhaare starre, beim Rochen im Durchschnitt etwa 0,04''' lange mit einer breiteren Basis an das Nervenepithel grenzen und sonst v der Endolymphe umspült werden.

Die Schnecke des Labyrinths erhält bekanntlich ihren Na Aehnlichkeit mit einem Schneckengehäuse (Fig. 233). Der Innenra das an die Spindel, Modiolus, befestigte Spiralblatt (Lamina spiralis Höhlungen, Treppen getheilt; von denen die der Basis nähere runden Fenster beginnt (sie ist durch die Membran der runde Membrana tympani secundaria von der Paukenhöhle getrennt) u Namen Scala tympani erhält, während die zweite, die obere: welche von der Basis der Schnecke weiter entfernt ist, mit dem sphaericus des Vorhofs in Verbindung steht. Die Lamina spiralis os von der Spindel bis zur gegenüberstehenden Wand, sie setzt sich durch eine Hautlamelle (cf. S. 823), die Lamina spiralis membr

chneckenkuppel kommuniciren die beiden Treppen mit einander durch Oeffnung, das Helikotrema. Ausser diesen beiden Treppen enthält der Labyrinthwasser erfüllte Schneckenkanal noch einen mittleren engen,

Fig. 232.



ervenendigung. 1. Knorpel der Ampul- Strukturloser Basalsaum. 3. Doppelkon- nfaser. 4. Axencylinder durch den Ba- nd. 5. Netzförmige Verbindung der feinen mit Kernen durchsetzt. 6. Spindelzellen dem dunkeln Faden im Innern. 7. Stützzellen. 8. Hörhaar.

Fig. 233.



Senkrechter Durchschnitt durch die Schnecke eines älteren Kalbsembryo, deren Gehäuse mit Ausnahme einer kleinen knorpeligen Stelle schon verknöchert war, während die Spindel und Spirallamelle noch häutig waren. In allen Windungen ist der Canalis cochlearis sichtbar, dessen Höhe 0,250''', die Breite 0,266''' betrug, wobei zu bemerken, dass die scheinbar grössere Breite derselben in der Kuppel daher rührt, dass der Schnitt hier seitlich neben dem Spindelblatte vorbeiging. Im Canalis cochlearis sind die Habenula sulcata und die zwei Epithelialwülste auf der Membrana basilaris sichtbar. Vergröss. 6 mal. Breite der Schnecke an der Basis $3^2/_3$''', Höhe derselben $2^1/_3$'''.

mit Endolymphe gefüllten Raum, den häutigen Schneckenkanal, den der Entdecker Reissner als Canalis cochlearis beschreibt. Dieses Organ ist weitaus das wichtigste in der gesammten Schnecke. Der Schneckenkanal wird n und oben durch eine von der Lamina spiralis membranacea sich in vestibuli hinein erhebende Membran, die sich an der Wand ansetzt, die che Haut, abgegrenzt. Er stellt demnach einen dreieckigen Raum auf hschnitt dar, welcher als Basis die Lamina spiralis membranacea s. M. als die innere Seite die Reissner'sche Haut, als äussere Seite die der and der Schnecke anliegende Haut besitzt (Fig. 233). Nach der oben Darstellung des häutigen Labyrinths ist der häutige Canalis cochlearis odiolus der Schnecke, an die Lamina spiralis ossea angelegt, spiralig , woraus die eben besprochenen Verhältnisse sich erklären.

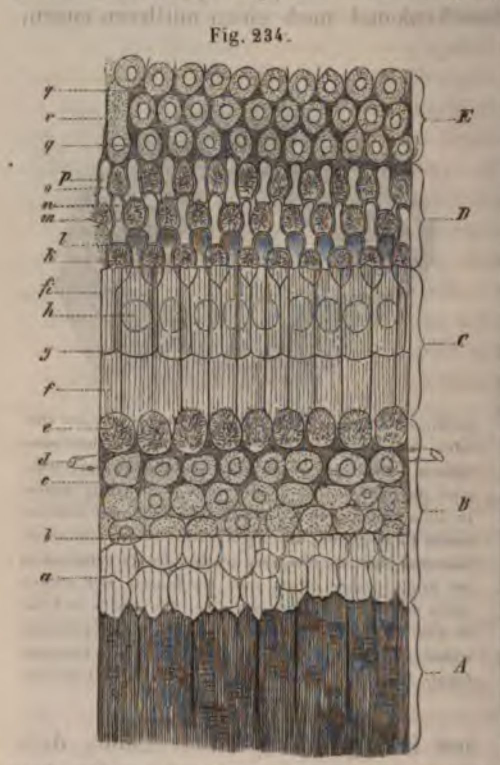
Lamina spiralis membranacea s. Membrana basilaris im mittleren gange trägt in einem eigenthümlich umgewandelten Epithel die End- der Schneckennerven, nach ihrem Entdecker werden diese End- rti'sches Organ genannt. Parallel mit der Lamina spiralis mem- dicht über ihr ist, von der Reissner'schen Haut entspringend, eine feine i'schen Organ zu rechnende Membran ausgespannt, die Deckhaut,

Membrana tectoria. Sie trennt unvollkommen (?) den häutigen S
kanal in zwei sehr ungleiche Abtheilungen, zwischen ihr und der Ba
Haut ist ein verhältnissm
Raum, zwischen ihr und
spiralis membranacea b
feiner Spalt, in welch
übrigen Gebilde des Co
gans befinden.

Das Epithel des hä
ckenkanals zeigt auch, a
dem Corti'schen Organ
schiedenheiten. Auf d
schen Haut besteht es a
ziemlich grosser flacher
die übrigen Partieen de
kleinere und dickere E
das Corti'sche Organ hi
in ansehnlich verlän
drische Formen übergel

Nach der Darstellun
der wir uns hier vo
schliessen, stellt den M
Epithels der Membran
Corti'sche Organ
centrale Stütze des Co
gans selbst, um welches
in seitlicher Symmetrie
nen die Corti'schen
Stäbchen. Die letztere
die Basilarmembran u
aus den inneren und ä
lern. An die inneren
Stege v. Winiwarter's,
die Reihe der inneren
len und die Körners
von hier an dacht sich, i
stossenden Epithelzellen
nehmen, das Organ nach
Auf der äusseren Seit
findet sich ebenfalls ei
der Bogen entsprechend
An die äusseren Pfeiler
v. Winiwarter's, schlie
nächst die Reihen der
Haarzellen und an
lindrischen Stützzellen

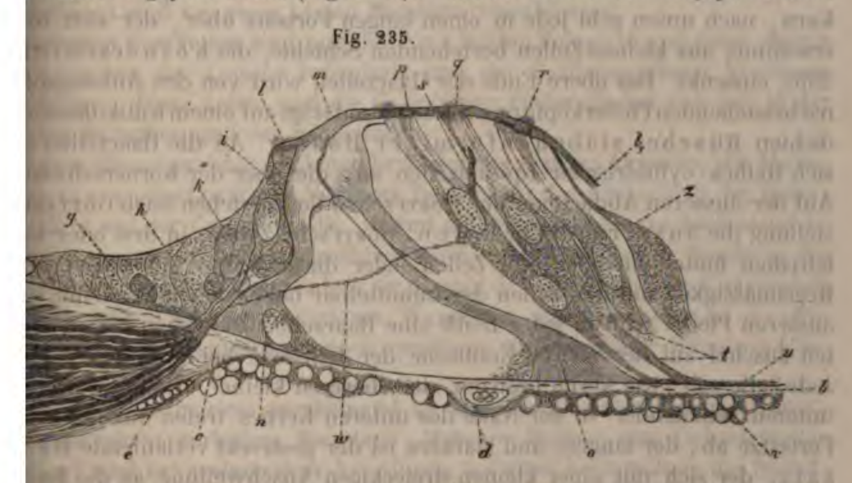
Fig. 234.



Corti'sches Organ vom Hunde, vestibuläre Flächenansicht. 700/1. Reissner'sche Membran, sowie Membrana tectoria entfernt. *A* Crista spiralis zum Theil wegen der schwärzlich durchschimmernden Nervenfasern (Ueberosmiumsäure) dunkel gefärbt. *B* Epithel des Sulcus spiralis internus. *C* Pfeilerköpfe. *D* Lamina reticularis. *E* Aeusseres Epithel der Membrana basilaris. — *a* Zellen des Sulcus spiralis, welche unter den Gehörzähnen hindurchschimmern. *b* Aeussere Grenzlinie der Gehörzähne (letztere wegen der tieferen Fokaleinstellung kaum wahrnehmbar). *c* Kutikulares Maschenwerk zwischen den inneren Epithelzellen. *d* Stelle des Vas spirale. *e* Innere Haarzellen. *f* Köpfe der inneren Pfeiler. *fi* Kopfplatten der inneren Pfeiler. Die neben einander liegenden Kopfplatten bilden bei hoher Fokaleinstellung ein helles kutikulares Dach über den Köpfen der äusseren Pfeiler, das sich von den inneren bis zu den äusseren Haarzellen erstreckt. *g* Grenzsaumlinie der äusseren Pfeiler gegen die inneren. *h* Köpfe der äusseren Pfeiler durch die Kopfplatten der inneren Pfeiler durchschimmernd. Jeder Kopf zeigt als hellen Kreis den durchschimmernden optischen Querschnitt der äusseren Pfeilerkörper. *l* Phalangenförmige Kopfplatte der äusseren Pfeiler (erste Phalange). *k* Erste Ringe mit den Haarschöpfen der ersten äusseren Haarzellen. *m* u. *o* Zweite und dritte Ringe und Haarbüschel. *n* u. *p* Zweite und dritte Phalangen. *r* Stützzelle (Hensen). *q* Kutikulares Maschenwerk zwischen den Epithelzellen (Schlussrahmen Deiters').

llen, welche mit wachsender Entfernung von den Bogen an Höhe mehr
r abnehmen (Fig. 234 und 235).
en angegebenen Elementen des Organs kommen noch zwei membranöse
Bildungen, die Membrana tectoria und die Lamina reticularis.
Corti'schen Pfeiler erscheinen, von der Seite gesehen, gestreckt S-förmig
. Sie erheben sich mit einer unteren Anschwellung, dem Fuss von der
basilaris, verschmälern sich dann zu dem stäbchenförmigen Körper des
elcher nach oben wieder zu dem Kopfe, den Gelenkenden Corti's an-
n dem sich noch plattenförmige Anhangsstücke, die Kopfplatten, zeigen,
sentlich zur Lamina reticularis gehören: Die Kopfplatte jedes äusseren
tspringt mit einem langen Stiele von der Mitte des äusseren oberen Ran-
ht in eine ruderförmige Verbreiterung, die erste Phalange der Lamina
über. Jeder innere Pfeiler hat zwei Kopfplatten, die kontinuirlich in
bergehen, die kleinere innere erscheint von der Seite ziemlich haken-
rümmt, die äussere ist die gekrümmte, direkte plattenförmige Fort-
es Körpers. Die äusseren und inneren Pfeiler berühren sich mit dem
d haften nach v. Winiwarter hier fest zusammen. Sie bilden je zwei
Bogen oder Steg; indem sie reihenweise dicht neben einander stehen,
n aus den Bogen gebildetes Gewölbe, Tunnel. Der Kopf der inneren
zu einer Art Gelenkgrube ausgehöhlt, in welche die Gelenkköpfe der
Fasern eingepasst sind (Fig. 235). Dabei d e c k t die Kopfplatte des

Fig. 235.



urchschnitt des Corti'schen Organes vom Hunde. 800/1. — *a–b*. Homogene Schicht der Membrana Vestibulare Schicht derselben, den Streifen der Zona pectinata entsprechend. *v*. Tympanale Schicht ranulirtem Zellenprotoplasma und querdurchschnittenen Bindegewebsfibrillen dazwischen. *a*. Labium der Crista spiralis. a_1 Fortsetzung des tympanalen Periostes der Lam. spiralis ossea. *c*. Verdickter der Membrana basilaris unmittelbar nach aussen von der Durchtrittsstelle der Nerven, *h*. *d*. Vas spirale. *f*. Nervenbündel. *g*. Epithel des Sulcus spiralis int. (nicht gut erhalten). *i*. Innere Haarzelle. *k*. Fortsatz. Um den letzteren, oberhalb der Durchtrittsstelle der Nerven, einzelne Kerne und eine fein-, in welche die Nervenfasern einstrahlen (Körnerschicht). *l*. Innererer Theil der Kopfplatte des rs und Haare der inneren Haarzelle. *m*. Verbundene Kopfstücke beider Pfeiler; der Körper des hier äusseren Pfeilers in der Mitte durchgeschnitten; dahinter treten Körper und Fuss *o* des folgenden r. *n*. Fuss mit kernhaltigem Protoplasmareste des inneren Pfeilers. *p*, *q*, *r*. Drei äussere Haarzellen in Spuren erhalten); nur die erste ist vollständig; von den beiden anderen sieht man nur die Kopf-altheile zweier anderer Haarzellen. *z*. Hensen'sche Stützzelle. l–l_1. Lamina reticularis. *w*. Nerven-h an die erste Haarzelle *p* begiebt und sich unter dem Bogen durch bis zur Eintrittsstelle der Nerven verfolgen lässt.

sollen die Reste zweier Zellen sein, aus deren Verschmel
bildeten.

Die Masse des Pfeilers selbst scheint zu den Kutikularb
Der Kanal mit dreiseitiger Lichtung, welchen die Pfeiler in ihr
brücken, umläuft die ganze Länge der Lamina spiralis bis
Hamulus, im Allgemeinen nehmen nach HENSEN die Grösse
Höhe und Spannweite des Bogens nach dem Hamulus hin
nach WALDEYER die Grösse des Ductus cochlearis selbst, nach
zu, stetig in mässigem Grade ab.

Auf der inneren Abdachung des CORTI'schen Bogens
Reihe der inneren Haarzellen. Ihre Gestalt ist kurz keg
Kern, nach unten geht jede in einen langen Fortsatz über,
erwähnte, aus kleinen Zellen bestehenden Schichte, die Kör
235), einsenkt. Das obere Ende der Haarzellen wird von der
nächststehenden Pfeilerköpfe umschlossen und trägt auf einem
dichten Büschel stäbchenförmiger Haare. An die
sich Reihen cylindrischer Epithelzellen an, die über der K
Auf der äusseren Abdachung der CORTI'schen Bogen stehen n
stellung die äusseren Haarzellen, CORTI'sche Zellen, in
lelreihen hinter einander, die Zellen jeder dieser Reihen a
Regelmässigkeit mit den Zellen der unmittelbar nebenstehend
äusseren Pfeiler trifft in jeder Reihe eine Haarzelle. Die Cilie
ten Büschel auf der oberen Endfläche der Zelle wie bei der
Jede Zelle soll zwei Kerne besitzen, der obere ist kleiner, der
unteren Zellenende. In der Nähe des unteren Kernes treten
Fortsätze ab; der längere und stärkere ist der gestreckt verla
satz, der sich mit einer kleinen dreieckigen Anschwellung

n sich nur drei Reihen von Haarzellen finden, hat der Mensch vier vielleicht fünf Reihen.

ER entdeckte auf der Oberfläche des CORTI'schen Organs die Lamina is, eine zierliche kutikulare Deckplatte, welche vorzüglich Rahmen für die Haarzellen abgiebt. Die Netzlamelle setzt sich aus einer An-miger und fingerphalangenähnlicher Rahmen: Ringe und Pha-EITERS) zusammen. Der Zahl nach entsprechen diese den Haarzellen. neren Seite der CORTI'schen Bogen findet man daher nur eine voll-twickelte Reihe von Ringen und Phalangen, aus den Ringen ragen die nneren Haarzellen hervor, nach aussen findet man der Zahl der äusse-lenreihen entsprechend, mehrere Reihen von Phalangen und Ringen. n vom CORTI'schen Organe gehen die Gebilde der Lamina reticularis Fläche der nächstgelegenen Epithels deckendes unregelmässigeres rk über, welches zum Theil die DEITERS'schen Schlussrahmen dar-die obige Abbildung (Fig. 234) lehrt, stehen Ringe und Phalangen regel-rnirend, jede Phalange ist von vier Ringen umgeben e. v. v. Die erste usseren Ringe liegt am äusseren Ende der Kopfplatten der inneren Pfei-nach dem Gesagten über die Köpfe der äusseren Pfeiler herüberlaufen, lie Ringe schieben sich hier die phalangenförmigen Endstücke der opfplatten ein. Jeder Ring ist ausgefüllt mit dem Basalsaum einer Haarzelle, deren Cilien über den Ring hervorragen, die phalangen-hmen sind mit einer zarten Membran verschlossen.

sseren Haarzellen sind mittelst ihrer beiden Fortsätze und ihrer oberen wischen der Lamina reticularis und der Basilarmembran gleichsam nnt. Diese Zellen und die CORTI'schen Pfeiler finden sich nur in der es Menschen und der Säugethiere.

on oben erwähnte Deckmembran des CORTI'schen Organes, die Mem-toria oder CORTI'sche Membran beginnt an der Ansatzlinie der REISS-laut auf der Crista spiralis, nimmt allmählich an Stärke bedeutend zu nit einem freien (?), allmählich wieder zart werdenden Rande in der äusseren Haarzellen, indem sie überall der Oberfläche des CORTI'schen ht aufliegt (HENSEN, GOTTSTEIN, WALDEYER), ihre Konsistenz ist weich, ertig, der Hauptmasse nach erscheint sie in radialer Richtung fein-

YER findet in dem anscheinend so sehr komplicirten Bau des CORTI'-nes einen einfachen Bauplan. Mehrere Reihen von Cylinderzellen n) sind in regelmässiger Anordnung auf einer breiten Zone des Spiral-er einander aufgestellt und zwischen zwei membranösen (kutikulären) en, der Lamina reticularis oben und der streifigen Schichte der Mem-ris unten, festgehalten. Je zwei dieser cylindrischen Doppelzellen, hen Pfeiler, sind zum grössten Theile ebenfalls cuticular umgewandelt, ung eines festen tragenden Bogens (WALDEYER) für das Ganze. Ab-on diesem allgemeinen Plane sind die inneren Haarzellen keine Doppel-entsprechen auch ebenso wie die inneren Pfeiler an Zahl nicht den sseren Bildungen. Die inneren Pfeiler, welche sich sowohl nach ach innen hin an der Bildung der Lamina reticularis betheiligen, er-der Mittelpunkt des ganzen Organs.

Die Art der Verknüpfung der Akustikusfasern mit den Bestand Corti'schen Organs wurde neuerdings wenigstens zum Theil aufgehel

Man war bisher vorzüglich geneigt, die Corti'schen Pfeiler als di des Schneckennerven anzusprechen. Die neuen Untersuchungen, w den Haarzellen des Corti'schen Organes noch näher bekannt ge weisen nun aber darauf hin, dass entweder die Haarzellen allein neben den Corti'schen Pfeilern die akustischen Endorgane darstell Hörhaare allein zur Perception sehr verschiedenartiger Tonempf reichen, scheint mit Sicherheit aus der schon oben angeführten Beo vorzugehen, dass in dem Labyrinthe von Thieren, welche eine hoh Ausbildung des Gehörs erkennen lassen, in dem der Vögel, keine a kusendapparate sich finden als Haarzellen. Hasse hat als erste si tung einer Nervenendigung in der Schnecke bei Vögeln und Frösch telbaren Uebergang je einer ungetheilten marklos gewordenen N Akustikus in den basilaren Fortsatz der Haarzellen nachgewiesen.

Der N. acusticus entspringt mit zwei Wurzeln aus der gata. Die eine kommt aus kleinen Ganglienkörpern am Boden de centraler Akustikuskern (Stieda). Die zweite Wurzel entspringt Fasern aus einem grosszelligen Ganglienkern im Crus cerebelli ad m gatam: lateraler Akustikuskern (Stieda), und besitzt bald nach aus der Medulla ein kleines Ganglion. Die Wurzeln vereinigen sich gemeinsamen Stamm, dessen Primitivfasern, denen die Schwann's fehlen scheint, sich nicht selten verästeln und theilen (Czermak). torius zerfällt der Stamm in seine beiden Hauptäste: Ramus ve Ramus cochlearis. Der erstere zeigt hier ein kleines Ganglion und die Rami ampullares, utricularis und in den Ramus sacculi. De learis ist der stärkere, er sendet zum Septum utriculi et sac Bündel ab und tritt dann durch den Tractus spiralis foraminulen Windung der Lamina spiralis, sowie in die Spindel ein, von wel zu den übrigen Windungen des Spiralblattes begiebt. Vor ihrem Lamina spiralis durchsetzen sämmtliche Nervenzweige das Gan Canalis ganglionaris am Anfange der Lamina spiralis gelegen. H Nervenfaser durch eine bipolare Ganglienzelle durchzutreten, sol men auch im Hauptstamm und im Ramus vestibularis zahlreich v Jenseits des Ganglion breiten sich die nach innen stark markhaltig Anastomosen und Plexusbildung flächenhaft unter der oberen un melle der Lamina spiralis ossea aus, spitzen sich an der Grenze basilaris rasch zu und treten durch feine Kanäle der letzteren, grössten Theil ihrer Markscheide verlieren, in den Ductus cochlear

Auch nach diesem Durchtritt ist die Richtung der Fasern ein unterscheidet stärkere innere und feinere äussere radiare fäden. Beide durchsetzen zunächst die Körnerschichte. Die i fasern, welche als Fibrillenbündel (Axencylinder) erscheinen, tret die Körnerschichte hindurch und geben auch bei den Säugethieren in das spitze Ende der inneren Haarzellen über (Waldeyer), wie e Haarzellen der Vögel und Frösche beobachtet hat. Die äusseren

ch Gottstein zwischen je zwei inneren Pfeilern in den Corti'schen Tun-
n und durchsetzen denselben ungefähr in der Mitte der Pfeilerhöhe, sodass
der Seite an ausgespannte Harfensaiten erinnern, ebenso treten sie zwi-
n äusseren Pfeilern wieder aus und verschmelzen mit den äusseren Haar-
er innersten Reihe, vielleicht auch mit denen der weiteren Reihen. Die
Radiärfasern erscheinen als feinste, leicht varicös anschwellende Nerven-
wie die von M. Schultze in der Retina beschriebenen. M. Schultze ent-
noch spiralig verlaufende Faserzüge, welche auch von Deiters,
, Hensen u. A. für nervöser Natur gehalten werden. Nach M. Schultze
ese Fasern in Verbindung mit den Kernen (Protoplasmaresten, Zellen) an den
der inneren Pfeiler und mit den Zellen, die an der Spitze der Bogen
Vorher treten sie mit einer Schichte grosskerniger zarter Zellen im Sulcus
internus in Beziehung in analoger Weise wie die Fasern in den Körner-
n der Retina (namentlich in den inneren, Waldeyer), sie scheinen diese
welche darnach als bipolare Ganglienzellen erscheinen, zu durchsetzen.
erer Seite, auch von Waldeyer, wird die nervöse Natur der Spiralfasern
ifelt.

r Schallwellen im Labyrinth und Erregung der akustischen Endorgane.

rd durch eine Steigerung des Luftdrucks, z. B. durch Schallwellen er-
n äusseren Gehörgange das Trommelfell nach einwärts getrieben, so wer-
urch auch die Gehörknöchelchen nach innen gedrängt und die Fussplatte
bügels wird tiefer in das ovale Fenster eingedrückt. Das nicht zusammen-
re, übrigens rings von knöchernen Wänden umgebene Labyrinthwasser
r nach einer Seite hin dem Steigbügeldrucke ausweichen, nämlich gegen
de Fenster mit seiner elastischen Membran (E. Weber). Dahin steht dem
thwasser entweder der Weg durch das Helikotrema, die enge Oeffnung in
tze der Schnecke offen, oder, da die Zeit hierzu bei den Schallschwin-
wahrscheinlich nicht hinreicht, muss es die membranöse Scheidewand
necke gegen die Paukentreppe hindrängen. Bei Luftverdünnung im Ge-
wird das Umgekehrte eintreten (Helmholtz).

diese Weise werden die Schallschwingungen der im äusseren Gehör-
findlichen Luft auf die Membranen des Labyrinths, namentlich auf die
nmembran und die in den Membranen endigenden Nerven übertragen.
Nervenenden sind nach dem oben Gesagten mit sehr
n elastischen Anhängen verbunden, deren Bestimmung
int, **durch ihre Schwingungen die Nerven mechanisch durch Erschütterung
ng zu versetzen** (Helmholtz).

diese schwingenden elastischen Anhänge der Gehörnervenfasern werden
Ampullen und Säckchen die Hörhaare in der Schnecke die analogen
r Haarzellen des Corti'schen Organes, von Helmholtz auch die Corti'-
feiler angesprochen.

ganze Anordnung des Corti'schen Organs spricht dafür, dass dasselbe
rat sei, geeignet, die Schwingungen der Grundmembran aufzunehmen
st in Schwingungen zu gerathen. Wird durch den eindrängenden Steig-
r Druck auf das Labyrinthwasser vermehrt, so muss die Grundmembran

Lage der Enden der Nervenfasern zu den Corti'schen Pfei
so viel fest, dass jene durch ihre Erschütterung der Pfeile
erschüttert werden müssen.

Aus den Erscheinungen der Dämpfung der Schwingung
hervor (Helmholtz), dass es verschiedene Theile des Ohres
durch verschieden hohe Töne in Schwingungen versetzt w
empfinden. Aber allerdings ist bisher noch nicht mit aller
welche Theile im inneren Ohr es sind, die bei den einzelnen

Man hat auch den Hörsteinchen diese Funktion zuges
nen sie, in einer schleimigen Flüssigkeit suspendirt, dazu
Hörhaare scheinen gut dazu geeignet einzelnen Stössen
auf die Nerven zu übertragen, da Körperchen von so gering
wegung nicht lange beharren können. Zur Ausführung se
scher Schwingungen, von der Dauer, wie sie im Gehörorgane
Helmholtz die Corti'schen Fasern am ehesten geeignet. Elas
Schwingungen sehr rasch gedämpft werden, werden durch
Stösse und Strömungen des Labyrinthwassers verhältniss
werden als durch musikalische Töne, sie werden also nam
mung solcher schneller unregelmässiger Erschütterungen, w
der Geräusche bedingen, dienen können. Dagegen werden
nachzuschwingen vermögen, durch einen musikalischen To
Höhe bekanntlich stärker erregt als von einzelnen Stössen,
rung der an sich kleinen Anstösse eintreten kann. Helmho
dass die Nervenausbreitung im Vorhof und den Ampullen
die Wahrnehmung der Geräusche, die Corti'schen Pfeiler f
der musikalischen Töne dienen. Er nimmt weiter an, dass
Pfeiler wie die von Saiten verschieden sei und einer rege

…en würde. Diese Möglichkeit erklärt sich daraus (Helmholtz), dass, wenn …gegeben wird, dessen Höhe zwischen der von zwei benachbarten Pfeilern …ird er beide in Mitschwingungen versetzen, diejenige aber stärker, deren …Ton er näher liegt, was eine specifische Empfindung hervorrufen kann. …n im Allgemeinen ein einfacher Ton dem Ohr zugeleitet wird, so …diejenigen Corti'schen Fasern, die ihm ganz oder nahezu gleichstimmig …k erregt, alle anderen schwach oder gar nicht. Jeder einfache Ton wird …durch gewisse Nervenfasern empfunden, Töne von verschiedener Höhe …erschiedene Nervenfasern.

…d ein zusammengesetzter Klang dem Ohre zugeleitet, so wird derselbe …mmen gleicher Weise, wie wir seine komplicirte Schwingung durch Re…en in die einzelnen sie komponirenden pendelartigen Schwingungen ver…r Tonhöhe den harmonischen Obertönen entsprechend, zerlegen können, …den mitschwingenden Theilen in unserem Ohre in seine einzelnen ein…eiltöne getrennt. Dasselbe erfolgt bei einem Akkord. Es werden durch …g oder durch den Akkord alle diejenigen elastischen Gebilde des inneren …egt, deren Tonhöhe, für welche sie abgestimmt sind, den verschiedenen …angmasse enthaltenen einzelnen Tönen entspricht. Die ursprünglich ein…iodische Bewegung der Luft, der Klang wird dadurch in eine Summe …ener pendelartiger Bewegungen der akustischen Endapparate zerlegt, …die an sich einfache Luftschwingung des Klangs als eine Summe ver…r Empfindungen erscheint, aus welcher man bei gehörig gerichteter Auf…keit alle die einzelnen Empfindungen der einzelnen einfachen Töne ein…rzunehmen vermag. Durch die Hypothese von Helmholtz werden also …omene des Hörens auf solche des Mitschwingens zurückgeführt. Die …se steht mit der Theorie der specifischsn Energieen in vollkommenstem …, beide dienen sich wechselweise zur Bestätigung. Die Empfindung …iedener Tonhöhen ist hiernach also eine Empfindung in verschiede…enfasern. Die Empfindung der Klangfarbe beruht darauf, dass …g ausser den seinem Grundton entsprechenden akustischen Endapparaten …e Anzahl anderer in Bewegung setzt, also in mehreren verschiedenen …von Nervenfasern Empfindung erregt. Die Empfindung der Ge…e werden durch plötzliche, plötzlich gedämpfte Bewegungen vielleicht …er akustischer Endapparate hervorgerufen. Die Stärke der Schall…dung ist in gewissen Grenzen der Bewegungsstärke der im inneren Ohr …ingenden Apparate direkt proportional.

…tische Eigenschaften der Hörhaare. Je nach ihrer grösseren oder geringeren Masse …die Hörhaare eine geringere oder stärkere Dämpfung zeigen. Die Beobachtungen …s an den Gehörorganen der Crustaceen haben direkt nachgewiesen, dass auch die …re fähig sind, durch Töne in Mitschwingungen versetzt zu werden. Es sind diese …htungen zugleich der erste direkte Beweis der Helmholtz'schen Theorie, dass der …g des Hörens auf dem Phänomen der Mitschwingung specifischer akustischer End…e beruhe.

…Crustaceen haben theils geschlossene, theils nach aussen offene Otolithensäck…in denen Hörsteinchen in einer wässerigen Feuchtigkeit getragen von steifen Här…schweben, welche mit ihren Enden den Steinchen anhaften und zum Theil eine …der Grösse geordnete Reihenfolge, von grösseren und dickeren …rzeren und feineren übergehend, erkennen lassen. Auch an der

Körperoberfläche, an den Antennen und am Schwanze bei Mysis finden sich solche Hörhaare, welche von demselben Nervenstamme wie die Gehörhaare ven erhalten und nach Exstirpation der letzteren die Fähigkeit des Hörens Durch einen dem Trommelfell und den Gehörknöchelchen nachgebildeten HENSEN den Schall eines Klapphorns in das Wasser, in welchem er unter eine Mysis beobachtete. Es ergab sich, dass durch gewisse Töne des Horns äusseren Hörhaare in starke Vibration versetzt wurden, durch andere Töne Jedes Hörhaar antwortete auf mehrere Noten des Horns.

Dämpfung der Schwingungen im inneren Ohr. Die Dämpfung ist in dem sehr vollkommene; es können (HELMHOLTZ), wenigstens in dem grössten noch Triller von je 10 Schlägen in der Sekunde scharf und klar aufgefasst abwärts in der grossen und Kontraoktave klingen sie aber schlecht, rauh, an sich zu vermischen. Diese Erscheinung lehrt, dass die Dämpfung der Theile für tiefe Töne im Ohr nicht genügend stark und schnell ist, um Wechsel von Tönen ungestört zu Stande kommen zu lassen, dass wir also der Wirksamkeit der Dämpfungsmechanismen stehen. Im Ganzen können HOLTZ annehmen, dass die mitschwingenden Theile etwa den Grad der dass die Intensität des ausklingenden Tons nach $^1/_5$ Sekunde mindestens dert ist.

Die Dämpfungseinrichtungen bestehen theils in der geringen Masse der Theile selbst, zum Theil scheinen auch noch specifische Dämpfer zu existieren spricht die Membrana tectoria und die Otolithen als solche an. Die Masse eingelagerten Otolithen vergleicht er mit einem »Sandsack«, der nicht sein könne, in regelmässige Schwingungen zu gerathen, sondern viel eher die Schwingungen anderer Körper, mit denen er in Berührung komme, von ihm behauptete schleimige Konsistenz der Membrana tectoria, ihre Lage, wie ein Gallertschleier gerade auf dem Haarzellen tragenden Theil des gans, scheinen WALEYER, der, wie Andere, nur die Haarzellen Endapparate gelten lassen will, auch für ihre Wirkung als Dämpfer HELMHOLTZ fasst dagegen die Otolithen als mitschwingende Theile auf, dasselbe Beziehung auf die Membrana tectoria, ihre Schwingungen würden nach ihm Cilien der Haarzellen übertragen, Membran sei also im Verein mit den Otolithen lichste, empfindungerregende Einrichtung im inneren Ohre.

Die halbcirkelförmigen Kanäle. Auch die halbcirkelförmigen Kanäle sind apparate der Wellenbewegungen des Labyrinthwassers angesprochen worden ist ihre Zusammenordnung der Art, dass die gleichzeitig und gleichartig in eines jeden Kanals eintretenden Schallwellen sich in der Mitte begegnen müssen Begegnung gleichartiger Wellen wird ihre Bewegung vernichtet.

Während das Gehör nach Zerstörung der Schnecke vollkommen vernichtet ist, bestehen nach Zerstörung der häutigen Bogengänge, dagegen treten dann nach tungen von FLOURENS, BROWN-SÉQUARD, GOLTZ u. A. Störungen des Gleichgewichts des Körpers ein. Hat man an einer Taube den horizontalen Bogengang beiderseits durchschnitten, so macht sie dauernd, oft Monate lang, abwechselnde gungen des Kopfes und Körpers von rechts nach links und umgekehrt, schneidung des senkrechten Bogengangs macht sie pendelartige Bewegungen in vertikaler Richtung. Gleichzeitig ist das Flugvermögen verschwunden, tieen der Bogengänge zerstört, auch das Vermögen zu stehen. An Fröschen der Durchschneidung beider Hörnerven die Fähigkeit, das Gleichgewicht zu toren, die Bewegungen unbeholfen, BROWN-SÉQUARD sah Reitbahnbewegungen gungen) eintreten. Nach der Hypothese von GOLTZ dient der Akustikus nicht hörsinn, sondern vermittelt auch das Gleichgewicht, die Bogengänge seien eine

für das Gleichgewicht des Kopfes und Körpers. Dass bei gewissen Erkran- des Gehörorgans Schwindel: Gehörschwindel, »im Gegensatz zum Ge- schwindel«, sich einstellt, ist bekannt.

Räumliche Schallwahrnehmungen.

Beziehung auf die räumliche Wahrnehmung, über den Ort, die Richtung -fernung des das Sinnesorgan erregenden Körpers, steht das Ohr dem -it nach. Im Allgemeinen sind wir gewöhnt, die Schalleindrücke, welche -rmittelung von Luft bei offenem Gehörgang auf das Trommelfell treffen, -ssen zu verlegen, während wir geneigt sind, Eindrücke, welche nur durch -henleitung dem Gehörnerven zugeleitet werden, als im Organismus selbst -en aufzufassen.

- Richtung des Schalles. Wir hören einen Schall dann am deut- wenn seine Schallwellen in der geradlinigen Verlängerung des äusseren -ges rechtwinkelig auf das äussere Ohr auftreffen, in diese Linie verlegen Richtung des schallgebenden Körpers nach aussen. Um die Richtung des -zu bestimmen, benützen wir normal die gleichzeitigen Schalleindrücke -e Ohren. Die Intensität des Schalleindruckes in beiden Ohren ist gleich, -r Schall von einem Punkte der nach rückwärts oder vorwärts verlängerten -ene des Körpers herkommt, weil in diesem Falle die Schallwellenzüge Ohren gleichmässig eindringen. Nach dem Bau unserer Ohrmuschel, -von vorne kommende Schallwellen in grösserer Breite auffangen und in -seren Gehörgang reflektiren kann, wird ein in dieser Richtung auftreffen- -ll stärker empfunden als ein von hinten kommender. Es wird dadurch -wissen Umständen ein Urtheil über die Richtung, ob von vorne oder von -er Schall herkommt, möglich. Kommt der Schall von Punkten her, welche -von der verlängerten Medianebene des Körpers liegen, so wird ein Gehör- -ärker als das andere getroffen werden. Bei gleichmässiger Erregung bei- -en pflegen wir die äussere Schallquelle in die verlängerte Medianebene -pers zu verlegen; wird ein Ohr stärker als das andere erregt, so verlegen Ort der Schallquelle auf Seite des stärker erregten Ohres. Zur feineren -ung der Richtung bedienen wir uns dann zunächst eines Ohres, wir durch Drehungen des Körpers und Kopfes die Stellung des Ohres auf, bei wir den Schall am intensivsten hören, und verlegen dann in die oben -ene Linie die Schallrichtung. Wir glauben dann den Schall beim Lau- -nur mit dem der Schallquelle entgegen gewendeten Ohre zu hören. Das -hr ist dabei aber keineswegs wirklich ausgeschlossen, es tritt eine Schwä- -er Wahrnehmung ein, wenn das abgewendete Ohr verstopft wird.

Weber fand, dass man unter Wasser getaucht, so lange der Gehörgang -gefüllt ist, den Schall als etwas Aeusseres hört und unterscheiden kann, -n rechts oder links kommt; hat man den Gehörgang mit Wasser gefüllt, -nt der Schall, wie bei reiner Knochenleitung als im Kopfe selbst entstan- -heint mehr als ungewiss, ob bei der Bestimmung der Schallrichtung -es Ohres die Vorsprünge der Ohrmuschel irgend einen Dienst leisten.

Entfernung des Schalls beurtheilen wir aus der Intensität der -ändung. Die Schallintensität wird schwächer mit der Entfernung der

Die einer bestimmten Entfernung entsprechende Schallintensit
Einzelfall, wie oben gesagt, nach unseren Erfahrungen über die
stimmten Schalles. Das leise Summen der Biene oder einer Mücke
der geringen absoluten Intensität entsprechend, in weite Ferne.
Ursache der Geräusche, so kann uns ein schwaches, von schwach
ter Entfernung kommend, erscheinen. Bekannt sind die Täusch
klopfen im oder in der Nähe des Ohrs, das man mit fernem Dresc
wechselung, die auch umgekehrt eintritt.

Das Hören mit beiden Ohren scheint nicht die Eigenthümlichkeit
Augen zu theilen, welche wir aus den identischen Punkten der bei
vorgehen sehen. Identische akustische Endapparate im Sinne jen
elemente, sodass durch eine gleichzeitige Erregung der identisch
Gehörorganen nur ein einfacher Sinneseindruck hervorgerufen wir
stiren, wenigstens ist ihre Existenz noch unbewiesen. Einen ein
stimmigen Akustikusenden in beiden Ohren erregt, hören wir zwar
fach, wir sind aber im Stande, zwei qualitativ gleiche Gehörseindrück
sität auf je ein Ohr einwirkend gesondert zu empfinden. Auch d
mit beiden Ohren charakterisirt sich nach den Beobachtungen Fe
immer als eine einfache Empfindung, da bei einer Anzahl von Per
sonders ausgesprochen aber bei krankhaften Zuständen (v. Wittic
Ton höher empfindet als das andere.

Das Hören mit beiden Ohren ermöglicht, wie wir oben sahen
stützung der Gehörorgane vor allem zur Bestimmung der Richtu
seitige Fehler werden dadurch ausgeglichen. Auch aus E. H. W
giebt sich, dass die Fähigkeit der Verschmelzung der Empfindung
habe. Hört man auf zwei Uhren von etwas verschieden schnelle
Ohre, so unterscheidet man die Perioden in welchen das Ticken
trifft, als einen sich regelmässig wiederholenden Rhythmus. H

ne entweder die Erregung zweier gleichstimmiger Akustikusenden in beiden Ohren rt, oder verlegt wenigstens die Empfindung der Erregung auf die stärker erregte

en wir uns eine tönende Stimmgabel an den Kopf, so verlegen wir den Ton derselben ussen, da neben der Knochenleitung der Ton auch durch die Luft unserem Trommel-geführt wird. Der Ton erscheint stärker und ausschliesslich im Kopfe selbst entstan-enn wir beide Ohren verstopfen. Verschliesst man nur ein Ohr, so hört man auf die-n Ton verstärkt oder sogar ausschliesslich. POLITZER hält diese Tonverstärkung für , da nach dem Verstopfen die Schallwellen nicht mehr durch den äusseren Gehör-fliessen können und die in letzterem eingeschlossene Luft durch Resonanz den Ton kt. Auch die eigene Stimme hören wir bei verstopften Ohren im Kopf selbst.

Entotische und subjektive Schallwahrnehmungen.

otische Wahrnehmungen. Es kommen objektive Schallwahrnehmungen vor, rsache jedoch im Ohre selbst gelegen ist. Schon oben wurde das knackende Ge-h im Ohre bei Spannung des Trommelfells und bei kräftiger Anspannung der Kau-(A. FICK) erwähnt. Es wird von Einigen als Muskelgeräusch, von der Kontraktion sor tympani veranlasst, betrachtet. Andere leiten es von der plötzlichen Anspannung mmelfells her. Nach POLITZER und LÖWENBERG ist das Knacken nicht mit einer, durch rmanometer nachweisbaren Einziehung des Trommelfells verbunden, sie leiten es er plötzlichen Oeffnung der Tuba Eustachii ab. HELMHOLTZ führt ein gewisses von bachtetes Klirren im Ohre auf das Anschlagen der Sperrzähne des Hammeram-nkes zurück. Die Arterien des Ohres und auch fernere Arterien (Karotisblutstrom) Erschütterungen des Felsenbeins hervor, welche als rhythmisches Klopfen empfun-rden, besonders deutlich, wenn man mit dem Ohr auf einem harten Körper liegt. ussere Gehörgang künstlich oder durch einen Ohrenschmalzpfropf, oder die Pauken-urch Verschluss der Tuba Eustachii verstopft, so bringen diese Erschütterungen ie Resonanz der abgeschlossenen Luftmengen brausende Geräusche: Ohren-n hervor, diese werden stärker, wenn in einem, dem Gehörgang aufgesetzten hohlen , z. B. Röhre, Muschel etc. die abgeschlossene Luft mitschwingt. Setzt man Röhren timmter Länge an das Ohr, so nimmt man den ihrer Resonanz entsprechenden Ton kt aus dem brausenden Schallgeräusche wahr.

jektive Gehörsempfindungen. Die Gehörnerven können ausser durch ob-Schall auch noch durch einige andere Momente erregt werden, doch sind diese sub-Erscheinungen bei dem Ohre noch weniger festgestellt. Dass es nach dem Aufhören ktiven Schalles noch Nachtöne giebt, haben wir schon oben bei der Frage nach alldämpfung im inneren Ohre besprochen; auch mit dem SAVART'schen Rade lässt igen, dass bei einer sehr raschen Aufeinanderfolge von Tönen eine Mischung der-zu einem Geräusche eintritt. Während des Nachtönens ist, wie es scheint, die dlichkeit für den gleichstimmigen objektiven Ton geschwächt. Es existirt eine dung des Gehörorganes. Zu den subjektiven Empfindungen rechnet man das klingen, das meist als eine bestimmte, gewöhnlich sehr hohe Tonempfindung er-. Es tritt in Folge von Abnormitäten der Blutcirkulation im Gehirn und inneren Ohr h Blutverlusten, vor dem Eintritt von Ohnmachten, bei grosser körperlicher Ermat-z. B. im Beginn von Krankheiten, nach narkotischen Vergiftungen, nach Chininge-. Meist ist der Grund für das Ohrenklingen nur ein ganz lokaler. Es scheint sich m eine durch abnorme Ursachen hervorgerufene Erregung eines oder mehrerer be-rter akustischer Endorgane handeln zu können, da man dann bei dem subjektiven Hören lischer Töne Hyperästhesie gegen die entsprechenden objektiven Töne findet (MOOS, u. A.). Die subjektiven und entotischen Gehörempfindungen werden meist weder

von Gesunden noch Gehörkranken nach aussen verlegt, doch können sie bei
Verstandeskräfte auch Gelegenheit zu Hallucinationen geben.

In neuerer Zeit wird wieder vielfach behauptet, dass auch durch elektr
zung (des Akustikus?) Gehörempfindungen hervorgerufen werden kön
W. Erb).

Zur Entwickelungsgeschichte des Ohres.

Der wesentliche Theil des inneren Ohres, das häutige Labyrinth, die S
kreisförmigen Kanäle und der eigentliche Schneckenkanal stellen (Kölliker
fange ein nach aussen sich öffnendes Bläschen dar, welches seinen Ursprung
ren Haut nimmt. Der Hörnerve entsteht selbständig nach Art der gangliöse
den Urwirbelplatten des Kopfes und tritt erst in der Folge sowohl mit dem
rinthe als mit der dritten Hirnblase, dem Nachhirn, in Verbindung. Vom
blatt werden durch Anlagerungen die knorpeligen und theilweise auch die h
lungen des Labyrinths geliefert; das mittlere und äussere Ohr mit den Ge
und dem Trommelf
Theilen der Kiem
der ersten Kieme
Fig. 49.)

Fig. 236.



Kopf und Hals eines menschlichen Embryo aus dem 5. Monate (von circa 18 Wochen) vergrössert. Der Unterkiefer ist etwas nach oben gezogen, um den Meckel'schen Knorpel zu zeigen, der zum Hammer führt. Aussen an demselben liegt der Nervus mylohyoideus, innen davon der Querschnitt des Pterygoideus internus und der M. mylohyoideus. Das Trommelfell ist entfernt und der Annulus tympanicus sichtbar, der mit seinem breiten vorderen Ende den Meckel'schen Knorpel deckt und dicht hinter sich den Eingang in die Tuba Eustachii zeigt. Ausserdem sieht man Amboss und Steigbügel sammt dem Promontorium, dahinter die knorpelige Pars mastoidea mit dem Proc. mastoideus und dem langen gebogenen Pr. styloideus, zwischen beiden das Foramen stylomastoideum; ferner den M. styloglossus, darunter das Lig. stylohyoideum zum Cornu minus ossis hyoidei, dessen Cornu majus auch deutlich ist, und den abgeschnittenen M. stylohyoideus. Am Halse sind blossgelegt der N. hypoglossus, die Carotis, der Vagus, einige Muskeln und der Kehlkopf zum Theil.

Aeusseres u
Ohr. Der knorpelige
Kiemenbogens bildet
Hammer und Ambos
nannten Meckel'sche
236). Hammer und
Anfang ganz knorpel
beginnen sie vom Pe
knöchern (H. Müll
geborenen sind sie
pelig. Der Meckel's
hält sich unverkn
8. Monat, von da
bis auf den langen
Der Steigbügel
Anfangsstück des zw
bogens hervor. Der
zunächst ein undurc
förmiges Gebilde, w
vielen Thieren, erst
in dem noch knorpel
durch Resorption ein
sich dann seine
Form weiter entwick
des Fötallebens sind
chelchen in ein Ga
eingelagert, das erst
tritt der Athmung
und Paukenhöhle in
liche Schleimhaut
wird. Dasselbe Galle
ches die Paukenhöhle

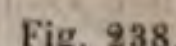
im Fötalleben auch die Tuba. Das **Trommelfell** ist beim Embryo dicker, besein Cutisüberzug, seine Stellung ist nahezu horizontal. Der knöcherne Gehörgang aus dem knöchernen **Annulus tympanicus**, der erst nach der Geburt mit dem eine verwächst (Fig. 236).

yrinth. Beim Hühnchen entstehen in der zweiten Hälfte des zweiten Brüttages en Kopfseiten etwa in der Nachhirnmitte, in der Gegend der Urwirbelplatten (also h dem Rücken entsprechend) zwei seichte Grübchen, welche am Ende des zweiten chon als ziemlich enge Gruben mit enger Mündung erscheinen, die sich am dritten liessen. Es wird dadurch in das neue Bläschen: **Gehör- oder Labyläschen**, gerade wie bei der Bilr Linse ein Theil der äusseren Lage t, des **Epidermisblattes** abge-. Aus den Beobachtungen BISCHOFF's vor, dass auch bei den Säugethieren ung in dieser Weise erfolgt. Nach und REISSNER wird das Labyrinth- durch Wachsthum seiner epithelia- bran zunächst birnförmig und schei- in einen oberen länglichen, der ssstelle des Bläschens zugerichteten (Recessus labyrinthi, REISSNER) und nteren rundlichen Abschnitt, der An- **Vorhofs**. Bald bildet sich an dem , der sich zu einem rundlich-eckigen n ausbuchtet, ein zweiter Anhang nach nd unten hervor, die Anlage der e. An der Vorhofsanlage bilden sich e, dann in die Länge sich ziehende ungen, die später in ihren mittleren Theilen zu je einem, zuerst kurzen, kreis- Kanal verwachsen (Fig. 238). Das runde Säckchen bildet sich wahrscheinlich durch aloge Abschnürung aus der allgemeinen Vorhofsanlage. Genau in derselben Weise

Fig. 237.



Kopf eines Hühnerembryo vom dritten Tage, vergr., Chromsäurepräparat. 1. von vorn, 2. von der Seite. *n* Geruchsgrübchen, *l* Linse mit einer runden Oeffnung, durch die ihre Höhle nach aussen mündet, *gl* Augenspalte, die mit der Bildung des Glaskörpers zusammenhängt. *o* Oberkieferfortsatz des ersten Kiemenbogens, *u* Unterkieferfortsatz desselben, *g* Gehörbläschen durch eine runde Oeffnung nach aussen mündend. Ausserdem sind noch der zweite und dritte Kiemenbogen und in der Fig. 1. auch die Mundspalte sichtbar.


Fig. 238.



lung des Labyrinthes beim Hühnchen. Senkrechte Querschnitte der Schädelanlage. *fl* Labyrinth- *lr* Labyrinthbläschen. *c* Anlage der Schnecke. *lr* Recessus labyrinthi. *csp* Hinterer Bogengang. *cse* Aeusserer Bogengang. *jv* Jugularvene.

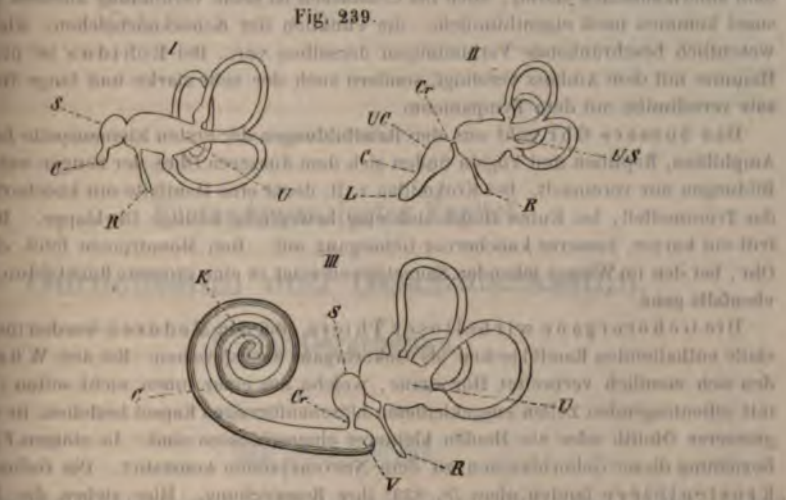
auch vom äusseren Keimblatt sich abschnürende Medullarrohr, erhält auch die Lablase vom mittleren Keimblatt eine bindegewebige und gefässhaltige Hülle und eine festere, knorpelige, später verknöchernde Kapsel. Der mit dem äusseren Labyrinth- erfüllte Raum enthält zuerst Gallertgewebe, er kann mit der Lücke zwischen Dura mater verglichen werden (KÖLLIKER).

Schnecke, d. h. der eigentliche Schneckenkanal, erscheint (KÖLLIKER) in der ersten als eine längliche Ausbuchtung der primitiven Labyrinthblase. In seiner noch weichen

Häutiges Labyrinth der Wirbelthiere (WALDEYER).
mit den halbkreisförmigen Kanälen zeigen sich schon bei der Mel
kommener Entwickelung. Eine wesentliche Ausbildung des run
Schneckenkanals findet sich erst bei den höheren Wirbelthiere
fischen findet sich die erste Andeutung eines Schneckenkanals, I
das die kleine von BRESCHET Cysticula benannte Ausbuchtun
(HASSE) (Fig. 239). Bei den Amphibien finden sich ebenfalls der
Abschnitte des Sacculus und zwar, ausser einer der Cysticula entsp
Verdickungen der Wand mit besonderen Nervenendigungen (DEITER
tilien, besonders bei den Krokodilen, erheben sich sämmtliche A
als kegelförmiger Anhang über das Niveau des Säckchens. Bei de
beiden Säckchen zu einem gemeinsamen Alveus communis ve
Schneckenkanal zeigt sich bedeutend verlängert, und man kann an
den Anfangstheil oder die eigentliche Schnecke, und den flaschenfo
Lagena (WINDISCHMANN), der Cysticula der Amphibien entspreche
Schneckenkanal zeigt schon Andeutungen einer spiraligen Aufwic
mit dem Alveus durch einen engen (manchmal oblitterirenden) Kan
den niedersten Säugern sind die Verhältnisse des inneren Ohres de
lich, das Labyrinth der höheren Säuger entspricht dem des Mens
das runde als das eirunde Säckchen enthalten Otolithen von konst
theilungen wechselnder Form. Bei vielen Teleostiern (GEGENBAUR)
rinth mit der Schwimmblase in einer an das mittlere Ohr erinnernd
Cyprinoiden verlauft von jedem der beiden Vorhöfe aus je ein Kana
einen querverlaufenden Sinus impar mit einander kommuniciren.
seits ein häutiges Säckchen (Atrium sinus imparis) zu einer am hi
gelegenen, durch ein napfförmiges Knochenstückchen theilweise
Das Knochenstückchen steht durch Bandmasse mit einer Reihe
theilweise aus Modifikationen der Rippen hervorgehenden Knöche
grösste ist an dem vorderen Ende der Schwimmblase befestigt

sum, welcher in seinem von der Labyrinthwand begrenzten weiteren Theile als Pau-
hle bezeichnet wird, der in die primitive Mundhöhle führenden Abschnitt, welcher sich

Fig. 239.



ematische Zeichnungen zur Erläuterung der Verhältnisse des Gehörlabyrinthes in der Wirbelthierreihe
a des Fischlabyrinthes. *U.* Utriculus mit Bogengängen. *S.* Sacculus. *C.* Cysticula. *R.* Aequaeductus
. II) Schema des Vogellabyrinthes. *US.* Alveus communis. *C.* Cochlea. *UC.* Anfangstheil der Schnecke.
na. *Cr.* Canalis reuniens. *R.* wie vorhin. III) Schema des Säugethierlabyrinthes. *U. S. Cr.* wie vor-
Aequaeductus vestibuli sich in zwei Schenkel für Utriculus und Sacculus spaltend. *C.* Ductus cochlearis
mit *V*, dem Vorhofsblindsacke und *K*, dem Kuppelblindsacke.

er in die Paukenhöhle ausstülpt, heisst Tuba Eustachii. Während der ersten Entwicke-
steht bei allen eine offene, dem Spritzloch entsprechende Kommunikation von aussen
nen. In der Folge bildet sich ein Verschluss der Visceralspalte, welcher (GEGENBAUR) bei
und Urodelen vollkommen wird; bei den Anuren finden sich dagegen Uebergänge
Bildung einer Paukenhöhle, die nach aussen von einem Trommelfell abgeschlossen
Bei den meisten Reptilien und Vögeln findet sich Paukenhöhle und Trommelfell, letz-
hlt dem Chamäleon, die Paukenhöhle den Schlangen und Amphisbaenen. Die beiden
vereinigen sich bei Krokodilen, Vögeln (und bei Pipa) zu einem einfachen Gange.
dem knöchernen Labyrinthe verbindet sich ein Abschnitt des Visceralskelettes: die
knöchelchen zu einem eigenen Knochenapparat. Aus dem obersten Abschnitt
eiten Kiemenbogens, aus dem sich auch bei Säugethieren der Steigbügel entwickelt,
ganz allgemein bei den Wirbelthieren ein in das ovale Fenster durch ein Ringband
tztes, getrenntes Skeletstückchen. Bei den Urodelen ist es ein plattes Knöchelchen:
ulum, das mit dem Palato-Quadratum sich entweder durch ein Band verbindet
nen stielartigen Fortsatz besitzt. Aehnlich ist es bei den Schlangen (Eurystomata),
chen ein Knochenstückchen: Columella zum Quadratbein verläuft. Wo sich ein
elfell findet, setzt sich die Columella mit diesem in Verbindung und erscheint
ehr oder weniger innerhalb der Paukenhöhle gelagert. Diese Verbindung tritt zuerst
n Anuren auf, und in vervollkommneter Weise, indem sich die Paukenhöhle er-
, bei Sauriern, Cheloniern und Vögeln. Bei den Schildkröten ist die Colu-
ein langes, dünnes Knöchelchen mit einer in das ovale Fenster eingesetzten Fussplatte.
zeigt sie gegen ihre Fussplatte zu nur eine Verbreiterung, bei einigen Vögeln (Dro-
nähert sie sich mehr der Gestalt des Säugethiersteigbügels, indem sie in zwei
kel zerfällt. Bei den Säugethieren verbindet sich die Columella = Stapes, Steig-
niemals direkt mit dem Trommelfell. Die beiden anderen Gehörknöchelchen bil-
h aus Resten des ersten Kiemenbogens (cf. S. 838). Bei den Monotremen und Beutel-

thieren ist die Form des Steigbügels reptilienartig. Der Steigbügel ist unbewegli
er mit dem Rande des ovalen Fensters verwächst (?), bei Wiederkäuern, Ed
dem amerikanischen Marati, auch bei Crustaceen ist seine Verbindung äusserst
sonst kommen noch eigenthümliche, die Funktion der Gehörknöchelchen, wi
wesentlich beschränkende Verbindungen derselben vor. Bei Echidna ist n
Hammer mit dem Amboss vereinigt, sondern auch der sehr starke und lange
satz verschmilzt mit dem Tympanicum.

Das äussere Ohr geht aus den Randbildungen der ersten Kiemenspalte
Amphibien, Reptilien und Vögeln finden sich dem äusseren Ohre der Säuger
Bildungen nur vereinzelt. Bei Krokodilen z. B. deckt eine Hautfalte mit knoch
das Trommelfell, bei Eulen findet sich eine bewegliche häutige Ohrklappe.
tritt ein kurzer, äusserer knöcherner Gehörgang auf. Den Monotremen fehlt
Ohr; bei den im Wasser lebenden Säugethieren zeigt es eine grössere Rückbild
ebenfalls ganz.

Die Gehörorgane wirbelloser Thiere. Bei den Medusen werden
stalle enthaltenden Randbläschen als Gehörorgane angesprochen. Bei den W
den sich ziemlich verbreitet Hörorgane, welche aus einer innen nicht selt
mit cilientragenden Zellen ausgekleideten bläschenförmigen Kapsel bestehen,
grösserer Otolith oder ein Haufen kleinerer eingeschlossen sind. In einige
Beziehung dieser Gehörbläschen zu dem Nervensysteme konstatirt. Die Ge
Krustenthiere fanden oben (S. 833) ihre Besprechung. Hier stehen d
theils an freien Körperstellen, theils in offenen Hörgruben, theils in Gehörbläs
haare erscheinen hier nur als Modifikationen anderer ebenfalls Nervenendigung
»Haare« des Integuments wie z. B. der »Taststäbchen« (Gegenbaur, Hensen). B
ten ist das Gehörorgan, so weit es sich hat nachweisen lassen, ganz anders g
ler, v. Siebold, Leydig). Im Allgemeinen ist eine Membran »Tympanum« wie
fell an einem festen Chitinring ausgespannt. An ihrer dem Innern des Körpe
Fläche lagert sich eine Tracheenblase. Auf dieser oder zwischen ihr und de
findet sich eine ganglienartige Nervenausbreitung, säulenförmige Stiftchen
Anordnung erscheinen als Nervenendorgane, sie hängen mit dem Ganglion d
chen zusammen. Die Lage des Gehörorgans ist wechselnd. Bei Acridiern
dicht über der Basis des dritten Fusspaares, bei Locustiden und Achetiden
Schienen der beiden Vorderfüsse. An der Wurzel der Hinterflügel der Käf
Schwingkolbenbasis der Dipteren finden sich den Gehörorganen zuzurechn
aber ohne Tympanum, doch mit ähnlichen stiftartigen Nervenendorganen. Da
Mollusken besteht im Allgemeinen aus einem innern mit Haarzellen bese
in welchem feste Konkretionen oder krystallinische Gebilde als Otolithen
Die Brachiopoden scheinen nur im Larvenzustande Gehö
sitzen. Das Hörbläschen der Lamellibranchiaten liegt a
an (v. Siebold) (Fig. 240). Analoge verschieden gelagerte B
sich bei Cephalophoren und Heteropoden. Bei letzteren
der Epithelzellen durch starre, nur an der Vorsprungsst
Hörhaare (?) vertreten, welche sich abwechselnd aufricht
legen. Bei den Cephalopoden werden die Formen des Or
faltiger. Bei den Dibranchiaten wird das Bläschen, das
byrinth darstellt, von Knorpel umschlossen, bei Decapod
Form durch Ausbuchtungen und Vorsprünge noch kom
Endigungen der Hörnerven finden sich an zwei Wandstell
sich Hörhaare nachweisen lassen (Gegenbaur).

Fig. 240.



Hörorgan von Cyclas. c Gehörkapsel. e Wimpertragende Epithelzellen. o Otolith. (Nach Leydig).

Fünfundzwanzigstes Kapitel.

Geruchssinn und Geschmackssinn.

I. Der Geruchssinn.

Das Geruchsorgan.

beiden Sinnesorgane, welche uns noch zu betrachten obliegt, haben einige Aehnlichkeit, als für beide chemische Agentien den normalen stellen.

specifische Sinnesthätigkeit, welche wir als Riechen bezeichnen, wird durch die Endorgane des N. Olfactorius erregt, welche ihren Reistand, der in unbekannter Weise nur durch gewisse gasförmige Stoffe rufen wird, auf die Olfaktoriusfasern und von da auf die Centralorgane uchssinns im Gehirn übertragen. Die Erregung dieses letzteren erweckt orium die Vorstellung einer Geruchsempfindung, deren Quelle stets nach verlegt wird.

r die obersten Theile der Schleimhaut der eigentlichen Nasenhöhlen, an allein sich der Olfaktorius verbreitet, stehen in direkter Beziehung zu uchsempfindungen. Die übrigen Theile der Nasenhöhlen und ihrer be- Nebenhöhlen sind als Anhänge und Thore der Respirationsorgane zu be- n.

äussere Haut der Nase, welche sich durch geringe Entwickelung des körpers auszeichnet, sowie durch eine sehr feine Epidermis, setzt sich was in die Nasenhöhlen hinein fort, und geht dort allmählich in die eigent- hleimhaut der Nase über. Der grösste Theil der inneren Nasenhöhlen wird er flimmernden Schleimhaut ausgekleidet, nur der Theil, an welchem sich rn des Olfaktorius verbreiten: die eigentliche Geruchsschleimhaut, nicht flimmerndes Epithel.

r flimmernde Theil der Schleimhaut besitzt eine grosse Anzahl trauben- r Schleimdrüsen, sowie eine reichliche Menge von Venen, welche nament- Rande und an dem hinteren Ende der unteren Muschel fast kavernöse Venen- en (Kölliker). In den Nebenhöhlen der Nase fehlen die Schleimdrüsen fast gänzlich.

e eigentliche Riechschleimhaut, welche besonders durch M. Schultze t worden ist, überkleidet nur den oberen Theil der Nasenscheidewand

und die beiden oberen Nasenmuscheln. Die Färbung, welche gelblich
scheidet sie schon für das unbewaffnete Auge von dem flimmernden,
schimmerndem Blut mehr röthlich gefärbten Theile der Nasenschleim
Epithel ist an diesen Theilen sehr dick, aber doch ungemein zart und
besteht aus einer Schichte langgestreckter Cylinderepithelzellen, welc
mige Ausläufer nach abwärts senden, die an der Schleimhautober
gabelförmig gespalten, öfters mit An
Nachbarzellen sich vereinigend endig
BUCHIN ist der untere Fortsatz nicht eige
förmig. Er stellt das untere Ende der
ten Cylinderzelle dar, welches dur
ihre Masse eindrückenden Riechzellen
mässige Gestalt erhält. Diese Zel
längliche Kerne, eingebettet in einen
halt, in dem man gelbe oder braunrot
chen eingestreut findet, die der gan
eigenthümliche Färbung verleihen.

Fig. 241.



1. Zellen der Regio olfactoria vom Frosche. *a* Eine Epithelialzelle, nach unten in einen ramificirten Fortsatz ausgehend; *b* Riechzellen mit dem absteigenden Faden *d*, dem peripherischen Stäbchen *e* und den langen Flimmerhaaren *e*. 2. Zellen aus der gleichen Gegend vom Menschen. Die Bezeichnung dieselbe; nur kommen auf den Stiftchen (als Artefacte) kurze Aufsätze *e* vor. 3. Nervenfasern des Olfactorius vom Hunde; bei *a* in feinere Fibrillen zerfallend.

Zwischen diesen Epithelzellen f
von M. SCHULTZE entdeckten Riech
Endorgane des Olfactorius. Es sind
spindelförmige Zellen mit rundem be
Kernkörperchen ohne farbigen Inhal
Jede solche Zelle besitzt zwei Ausläuf
der eine etwas dickere zwischen den
nach aufwärts steigt und mit einem
Ende an der Oberfläche der Epithel
frei endigt. Bei Vögeln und Amphibie
Ende mit Cilien (Riechhärche
welche dem Menschen und den Sä
Der zweite Fortsatz ist sehr fein, g
wärts gegen die Schleimhaut und zei
ricöse Anschwellungen, wie sie an
Nervenfäserchen als Kunstprodukte a
werden als die feinsten Fasern des O
deutet, welche also in den beschrie
zellen direkt an der Körperoberfläche
für gasförmige Reizstoffe endigen. Un
derzelle der Riechschleimhaut steht nach BABUCHIN ein Kranz von Ri

BABUCHIN beschreibt noch andere eigenthümlich gestaltete, den ENGELMA
zellen ähnliche Zellen in der Riechschleimhaut, die an Nervenendorgane erinn
Nervenendigungen scheinen ihm vorzukommen, vielleicht die einfach sensib
Nasenschleimhaut (cf. unten).

Im Tractus olfactorius besitzt der Olfactorius dunkelrandige Nervenfa
finden sich neben diesen auch viele Nervenzellen. Die Fasern des Olfactori
olfactorii unterscheiden sich dagegen auch in ihren Hauptstämmchen sch
von den übrigen Nerven. Die Fasern, aus denen sie bestehen, sind blass, m
sehen, körnig, plattgedrückt. M. SCHULTZE hält diese Nervenfasern noch wei
Fäserchen zusammengesetzt, welche von einer zarten Scheide zusammengeh

lie Endaste gehen die breiteren Fasern nach und nach in feinere Fasern über; nach ltze spaltet sich schliesslich jede Olfactoriusfaser in ein Bündel feinster, varicöser, Fäserchen, welche die Schleimhaut durchbohren und jedes sich er Riechzelle verbinden. Nach Exner lösen sich die Aeste des Riech- zwischen dem Bindegewebe der Schleimhaut und der Epithellage Maschenwerk auf, aus welchem Fortsätze sowohl für die Riech- als für die Cylinderzellen entspringen sollen.



Fig. 242. Flächenansicht der Epithelschicht der Riechgegend nach Behandlung mit salpetersauerem Silberoxyd (Proteus).

dem Menschen finden sich in der Riechschleimhaut noch einfache imdrüsen, deren Sekret die Oberfläche stets feucht und dadurch t für Geruchseindrücke erhält.

übrigen Theile der inneren Nase werden von den Aesten des us (Ethmoidalis, Nasales posteriores, Ast des Dentalis anterior versehen. Sie senden ihre dunkelrandigen Fasern, die sich dadurch von den blassen Olfaktoriusfasern unterscheiden, auch in die eigent- iechhaut hinein (Kölliker, M. Schultze).

Entwickelungsgeschichte. Die Riechorgane stellen im ersten Stadium ihrer Entwicke- noch in der 4. Woche des menschlichen Embryonallebens, seichte Grübchen ganz am Kopfe dar (Reichert, Bischoff u. A,), welche sich in der Folge mit der Mundhöhle er gemeinsamen Grube vereinigen, welche sich schliesslich wieder in zwei über er gelegene Abschnitte trennt, von denen der obere zum respiratorischen Abschnitte senhöhle wird, in welchem aus den primitiven Riechgrübchen das Labyrinth des Ge- ganes sich bildet (Kölliker). Die Anfangs ganz flachen und kleinen rundlichen grübchen werden von dem etwas verdickten Hornblatte ausgekleidet. Sie ver- sich bald und umgeben sich mit einem leicht hervortretenden Rand. Schon am 2. igen sich beim Hühnchen, bei welchem die Entwickelung ziemlich genau der beim en beobachteten entspricht (Kölliker), die Riechgrübchen vergrössert und noch wei- tieft, ihre Form wird länglich, am unteren schmalen Ende tritt eine Furche (Nasen-) in der Wallumgrenzung auf, welche das Grübchen mit dem Eingang der primitiven höhle verbindet, woraus sich durch Vertiefung der Furche eine offene Verbindung der hen ziemlich stark vertieften primitiven Nasenhöhle und primitiven Mundhöhle heraus- Durch Anlagerung des Oberkieferfortsatzes wird die Nasenfurche äusserlich ge- sen und das äussere Nasenloch abgegrenzt, innen bleiben die Nasenfurchen offen und en als innere Nasenlöcher in die primitive Mundhöhle. Beim Menschen beginnt ade des zweiten Monats der Gaumen sich zu bilden, durch welchen die primitive höhle in den oberen respiratorischen und den unteren digestiven Abschnitt getrennt Die Ductus nasopalatini sind die, auch beim Embryo engen, Reste der ur- lichen Verbindung der Mund- und Nasenhöhle. Das Labyrinth des Geruchsorgans ckelt sich unter Betheiligung des vordersten Schädelendes aus dem Theile des Horn- , welches die fötale Riechgrube auskleidet. Die Muscheln erscheinen als knorpelige chse der Seitentheile der knorpeligen Nase schon im zweiten Monat, im dritten Monat s Labyrinth im Wesentlichen ausgeprägt. Nun beginnen auch die Stirnhöhlen und en Nebenhöhlen sich zu entwickeln, indem durch Resorption Lücken im Knochen ent- , in welche die Schleimhaut sich aussackt. Die äussere Nase wird am Ende des en Monats durch Hervorwachsen des vorderen Endes des Nasentheils des Primordial- els angelegt, Anfangs ist sie kurz und breit. Die Nasenlöcher sind im dritten Monat nem im fünften Monat verschwindenden gallertigen, aus Schleim und abgelösten Epi- lien bestehenden Pfropf geschlossen (Kölliker). Der Tractus und Bulbus olfactorius hen aus Ausstülpungen der ersten Hirnblase. Von dem Bulbus aus scheinen sich die factorii in das Nasenlabyrinth hinein zu entwickeln.

ergleichenden Anatomie. Fast alle Hauptstadien der Nasenbildung des Menschen zeigen gewissen Wirbelthieren bleibend. Die geschlossenen Riechgruben der Fische echen dem embryonalen Riechgrübchen, Beständig im Wasser lebende Thiere können

aber wohl keine wahren Geruchsempfindungen haben. Bei den Batrachiern ein ruchsorgane durch kurze Nasengänge vorn in die grosse, der primitiven Embryonen entsprechende Mundhöhle ein. Bei den übrigen Wirbelthieren mehr oder weniger entwickelter Gaumen mit kürzeren oder längeren wahren gängen und einem Labyrinthe.

Bei den Leptocarchiern ist die Riechgrube einfach (Monorhina), auch bei jedoch zu einem Schlauche vertieft, bei Petromyzon endigt derselbe blind, noiden steht er mit der Mundhöhle in offener Verbindung. Die übrigen W sitzen paarige Riechorgane. Bei Selachiern und Chimaeren bleibt die embry rinne stabil, sie verläuft zu den Mundwinkeln, sie ist bei Rochen in einen umgewandelt. Das oben angegebene Verhalten der Amphibien theilen unter Dipnoi. Die Ausbreitung und Endigung des Olfactorius findet sich bei Säuget Menschen nur auf der oberen Nasenmuschel und dem oberen Abschnitt der wand. In der Regio olfactoria finden sich bei allen Wirbelthieren die obe Riechzellen, welche man als Endorgane des Olfaktorius deutet.

Unter den wirbellosen Thieren treten die ersten sicherer als Riecho ten Sinnesorgane als mit wimpernden Zellen ausgekleidete, seichtere oder f Gruben, zu denen starke Nerven herantreten, bei den Würmern auf. tinen liegen sie an den Seiten des Kopftheils, bei den Tunikaten vor der dorsa des Kiemenbalkens. Bei den Arthropoden liegen die von Leydig u. A. ruchsorgane an den Antennen. Sie bilden bei den Krustaceen feine Anhänge, an den inneren Antennen. Auch an den Fühlern (Antennen) der Insekten f zere Papillen oder feine Leisten, die man jetzt als Riechstäbchen deutet, währ grubenförmige Vertiefungen an den Fühlern als Riechorgane auffasste. Bei de werden grösstentheils wimpertragende Stellen, zu welchen ein manchmal lung bildender Nerve verläuft, als Geruchsorgane angesprochen. Bei den Cep den sich Riechgrübchen oder flache Papillen dicht hinter den Augen liegend besetzt, es tritt ein Nerve heran, der neben dem Sehnerven entspringt (Gu Sernoff finden sich hier Riechzellen denen der Wirbelthiere ganz analog.

Die Geruchsempfindungen.

Die Geruchsempfindungen besitzen keine definirbaren Qualit unterscheiden sie ziemlich scharf nach den einzelnen Stoffen, durch we vorgerufen werden, nach denen wir sie auch bezeichnen. Eine Reihe dungen, welche durch die Schleimhaut der Nase vermittelt werden, wöhnlich auch zu den Geruchsempfindungen rechnet: der stechende sind reine Gemeingefühlsempfindungen, die mit der specifischen En faktorius Nichts zu schaffen haben. Wir empfinden das stechende des Ammoniak oder der Essigsäure durch die betreffenden Stoffe g an der Bindehaut des Auges als an der Nasenschleimhaut.

Als Grundlage der Geruchsempfindung ist natürlich ein vollk males Verhalten der Endorgane des Olfaktorius nöthig. Jederman Störung der Geruchsempfindungen durch leichte katarrhalische E der Nasenschleimhaut. Weber hat gefunden, dass das Riechvermög Minuten vollkommen aufgehoben werden kann, wenn wir (auf d liegend) unsere Nasenhöhlen mit Wasser füllen. Es ist einleuchtend eine Schwellung der Epithelzellen der Riechschleimhaut störend auf d nikation der riechbaren Substanzen mit den Endigungen der Riechn könne.

e Geruchsempfindungen kommen nur dann zu Stande, wenn die riechen-
sartigen Stoffe in einem Luftstrom mehr oder weniger rasch in die Nase
zogen werden (Spüren der Jagdhunde etc.). Stagnirt eine riechende Luft
Nasenhöhlen, so haben wir keine Geruchsempfindung, ebenso wenig, wenn
ftstrom von der Mundhöhle in die Nase steigt.

orauf diese merkwürdige Eigenthümlichkeit beruht, von der wir Anwen-
nachen, wenn wir in einer übelriechenden Luftschichte nur durch den
thmen, ohne die Nase zu schliessen, wobei wir dann trotzdem, dass die
it dem riechenden Gase gefüllt ist, keine Geruchsempfindung haben — ist
icht erklärt. Es bricht sich bei dem raschen Einziehen der Luft durch
e die Luft an der unteren Nasenmuschel und steigt wenigstens theilweise
beren Regionen der Nasenhöhlen hinauf. Das Fehlen der unteren Nasen-
l soll die Geruchswahrnehmungen sehr bedeutend beeinträchtigen, ja sogar
en.

ie Intensität der Geruchsempfindungen, welche durch verschiedene Stoffe
erufen werden, ist ausserordentlich verschieden. Es steigt die Intensität
pfindung bei demselben Stoffe, wie sich voraussehen lässt, mit der Menge
en, die in der in die Nase gezogenen Luft enthalten ist. Nach den Unter-
gen von VALENTIN riecht eine Luft noch nach Brom, welche in 1 Kubik-
ter noch $^1/_{30000}$ Mgrmm. Brom enthält. Für Moschus nimmt er als Grenze
hrnehmung an, wenn der Nase noch weniger als $^1/_{2000000}$ Mgrmm. eines
istigen Moschusextraktes dargeboten wird.

t der längeren Dauer des Geruchseindruckes ermüdet die Riechschleim-
ch und nach; wenn wir uns einige Zeit in einer riechenden Luft aufhalten,
windet endlich die Geruchswahrnehmung für den beständigen Geruch,
ass dadurch die Fähigkeit für das Erkennen anderer Gerüche abnimmt.
nert uns diese Beobachtung daran, dass die Physiologie in Zukunft auch
verschiedenen Qualitäten der Riechstoffe eigene Endorgane wird annehmen
, wie wir das bei den bisherigen Sinnesapparaten schon für die normalen
höchst wahrscheinlich gefunden haben. Im Alter atrophirt der Geruchs-
mehr und mehr und die Feinheit des Sinnes nimmt dadurch ab. Bei vielen
fehlt das Geruchsvermögen gänzlich (J. L. PREVOST).

s werden in manchen krankhaften Fällen hie und da subjektive Ge-
empfunden. Sehr häufig beruhen diese Beobachtungen sicher auf Täu-
n durch krankhaft gesteigerte Empfindlichkeit des Geruchsorganes, wel-
bjektiv vorhandene, aber sehr schwache Gerüche noch wahrnimmt. Es
dagegen auch Fälle berichtet, wo die subjektive Geruchsempfindung ihre
e in einer direkten Reizung des Gehirnes zu haben scheint. Bei einem
, der immer einen üblen Geruch empfunden hatte, fanden CULLERIER und
ULT, wie J. MÜLLER berichtet, eine Eiterung in der Mitte der Hemisphären
hirnes. DUBOIS hatte einen Mann gekannt, der nach einem Fall vom Pferde
e Jahre bis zu seinem Tode einen üblen Geruch zu riechen glaubte (J.
). —

ie Bezeichnung der Gerüche als angenehm oder unangenehm beruht zum
uf Vorstellungen, die sich an die Geruchsempfindung anschliessen.
rstellungen wechseln schon mit den physiologischen Körperzuständen;
ungrigen duftet eine Speise äusserst angenehm in die Nase; dem Gesättigten

erregt derselbe Geruch Widerwillen. Der Geruchsinn ist die Quelle ei
Menge angenehmer Empfindungen, welche nicht ohne merklichen E
unser geistiges Befinden bleiben. Es ist bekannt wie ungemein versc
hierin verschiedene Individuen zeigen, sodass die Bezeichnung von a
und unangenehmen Gerüchen fast für jedes Einzelindividuum wechsel

II. Der Geschmacksinn.

Schmecken.

Gewisse Substanzen, welche das Gemeinsame haben, dass sie si
und in den Flüssigkeiten der Mundhöhle auflösen können, erregen di
des Geschmacksnerven, als welcher vor allem der Glossopharyn
sprochen wird. Die Geschmacksempfindungen sind in ihre
etwas besser einzutheilen als die Geruchsempfindungen. Es giebt ei
Qualitäten, welche wir den schmeckbaren Substanzen zuschreiben,
Menschen gleichmässig erkannt werden, was bekanntlich bei den Ger
dungsqualitäten nur sehr unvollkommen gilt. Man wird allgemein
wenn man von süssem, sauerem, bitterem (alkalischem?
spricht, obwohl diese Qualitäten der Empfindung an sich nicht defini

Die meisten schmeckenden Substanzen haben keinen einfachen
es sind Mischempfindungen der verschiedenen Qualitäten, die wir ab
Falle viel schärfer zu trennen vermögen als es bei den Mischempfi
übrigen Sinnesorgane der Fall war. Wir schmecken deutlich die ve
Qualitäten, aus denen sich der gemischte Geschmack zusammense
sodass es in diesem Falle kaum zweifelhaft sein kann, dass wir es hie
zeitiger Erregung verschiedener Endorgane zu thun haben,
im Centralorgan des Geschmacksinnes mischt, wie wir das bei den S
nehmungen mit Hülfe des Auges und Ohres wahrscheinlich gefunden.

Die gleichzeitigen Empfindungen im Geschmacksinn lassen ein
Erkennung und Trennung zu, dass wir unter Umständen mit der Zu
nauere chemische Analyse von Flüssigkeiten machen können als n
bräuchlichen Methoden der Chemie, welche wägbare Mengen der zu be
Stoffe voraussetzen. Das »Kosten« der Apotheker, Wein- und Bi
bekannt, ebenso die Genauigkeit des Resultates, wenn das Geschmac
nügend geübt ist.

Ein Theil der Empfindungen, welche gleichzeitig mit Geschm
dungen entstehen, sind keine Geschmäcke, sondern theils Geruchs-,
und Gemeingefühlsempfindungen. Der stechende oder zusammen
Geschmack gehört der letzteren Art an, die aromatische Geschm
dung ist dem Wesen nach eine Geruchsempfindung, welche sofort ve
wenn man die Eingänge zur Nase verstopft. Manche sogenannte, schei
sive Geschmacksempfindungen setzen sich nur aus Tastempfindung
Zunge und Geruchsempfindungen zusammen.

Die Zungennerven sind bekanntlich drei. Der Bewegung der Zunge steh
glossus vor, der Zungenast des N. glossopharyngeus ist der Geschmacks

ür den hinteren Abschnitt der Zunge. Die Zungenoberfläche innervirt der Zungenast ngualis (Trigeminus), ein Theil seiner Fasern stammt vom Facialis (Chorda tympani). ngualis erscheint als Tastnerve der Zunge, die Fasern der Chorda scheinen den Geacksinn der beiden vorderen Drittel der Zunge zu vermitteln. Dem icht, dass nach Durchschneidung des Glossopharyngeus nur die Zungenwurzel eine macksläbmung zeigt, dass dagegen Zerstörung der beiden Chordae in der Trommelden Geschmack im Vordertheil der Zunge vernichtet; Reizung der Chordae veranlasst Zungenbewegung. Nach Durchschneidung des Lingualis ist der Tastsinn der Zunge nt; krankhafte Affektionen der Trigeminuswurzeln sollen nur den Tastsinn, nicht den macksinn der Zunge alteriren. NEUMANN beobachtete Fälle von Facialislähmung mit macksläbmung verbunden. Nach SCHIFF enthält aber der Lingualis ebenfalls schmee Fasern. Die maassgebenden Versuche über die Zungennerven rühren von PANIZZA, r, BIFFI, LUSSANA, DUCHENNE, STICH u. A. her.

Das Geschmacksorgan.

e tägliche Erfahrung lehrt uns, dass die Mundhöhle der Sitz des Geksorganes ist; doch war bisher noch nicht mit aller Sicherheit entschieden, Stellen der Mundhöhle die eigentlich geschmackempfindenden Endorgane die populäre Anschauung spricht für die Zunge und zwar in ihrer ganzen nung; nach Experimentaluntersuchungen, welche freilich alle an dem iden, dass die auf eine Stelle der Mundschleimhant angebrachten schmeckubstanzen leicht sich an jede andere Stelle in der Mundflüssigkeit verkönnen, wird von einigen Autoren nur der Zungenrücken (BIDDER), von auch die Zungenspitze, die Zungenränder, der weiche Gaumen, ja sogar e Gaumen angegeben.

NEUMANN hat die elektrische Geschmackserregung durch den konstanten zur Prüfung der Mundtheile auf die Geschmacksfunktionen verwerthet. an die zwei Elektroden sehr nahe an einander, so wiegt stets der sauere ack vor. Man kann dadurch die Geschmacksempfindung scharf lokalisiren. . fanden, dass die Zungenspitze, Zungenränder und die Oberfläche der wurzel bis zu den Papillae circumvallatae mit Geschmack begabt sind CH, STICH, SCHIRMER, DRIELSMA), dagegen zeigte sich als geschmacklos der Theil der oberen Zungenfläche (cf. unten), die ganze untere Fläche und ulum. Der schmeckende Rand beträgt mehrere Linien und greift weidie Ober- als Unterfläche der Zunge über. Schwächere Geschmacksungen vermittelt auch die Vorderfläche des weichen Gaumens, mit Ausder Uvula, etwas stärker der Arcus glossopalatinus.

 Schleimhaut der Mundhöhle, welche an den Lippen direkt mit der äusseren Haut zuenhängt, ist ziemlich dick und durch reichliche Gefässverzweigungen stark geröthet. gt eine ziemliche Anzahl von Papillen, von kegel- oder fadenförmiger Gestalt, die mit der äusseren Haut übereinstimmen, sie enthalten Gefässschlingen wie die Coriumpapil der Mucosa bilden die Nerven ein weitmaschiges Netz von feinen und feinsten Aestwelche an manchen Stellen Nervenfasertheilungen zeigen. Nur in grossen Papillen an bisher die Nerven verfolgen. An den Lippen finden sich zahlreich in den Papillen ne: Endkolben. Das Epithel ist ein geschichtetes Pflasterepithel, dessen äusserste, kige Zellenblättchen aus runden, auf der Schleimhaut aufliegenden Zellen entstehen log der Epidermis der Oberhaut. Die beständig auf das Epithel einwirkenden

äusseren Einflüsse bewirken eine beständige Abstossung der obersten Epithel…
einer entsprechenden regelmässigen Neubildung der Zellen. So sind also die Z…
sie schon eine dicke Lage bilden, doch schon ihrer Jugend wegen noch weich u…
dringlich, sodass gelöste Substanzen leicht eindringen, die Nerven erregen und…
Blutgefässen und Lymphgefässen aufgesaugt werden können.

Der Reichthum an Nerven ist an den verschiedenen Stellen verschieden, …
zeichnet sich das Zahnfleisch durch Mangel an Nerven aus, auf dem seine relative …
lichkeit beruht.

Die **Zungenschleimhaut** weicht auf der oberen Fläche der Zunge ziemlich …
tend ab von der übrigen Schleimhaut des Mundes. Sie ist einestheils sehr fe…
unterliegenden Muskelfleische verbunden, andererseits trägt sie eine enorme An…
thümlich gestalteter Hervorragungen, die als **Zungenwärzchen** oder **Zungenpapil-**
len bekannt sind.

Auf dem Zungenrücken stehen die 6—12 **Wallwärzchen**, Papillae circ…
welche jede aus einer den pilzförmigen Papillen ähnlichen, grossen Papille be…

Fig. 243.



Durchschnitt durch eine Papilla circumvallata vom Kalb. Zeigt die Vertheilung der Geschmacksknospen. 25/1.

Fig. 244.



Zwei Papillae filiformes des Mensch… Epithel, 350mal vergr. Nach Tod… pillen selbst. *v. a.* Arterielles und v… einen Papille sammt den Kapillarn… in die sekundären Papillen eingeh… thelialbekleidung, *f.* Fortsätze …

geben von einem niedrigen, sie kreisförmig umschliessenden Walle (Fig. 243). Die **Wallwärzchen** bilden auf dem Zungenrücken eine V-förmige Figur, indem sie von dem Rande her in einer Linie sich der Mitte des Zungenrückens von vorn nach hinten verlaufend nähern. Die übrigen Papillen der Zunge, die vor den Wallwärzchen stehen, sind ebenfalls ziemlich regelmässig in Reihen angeordnet, die im Allgemeinen der Wallwärzchenreihe gleich verlaufen. An den Zungenrändern werden die Papillen zu blattartig gezackten Falten; auf der Zungenoberfläche unterscheidet man ausser den genannten Wallwärzchen noch zwei weitere Arten von Wärzchen: die **fadenförmigen** und die **pilzförmigen**: Papillae filiformes und fungiformes. Die letzteren stehen zerstreut auf der ganzen Zungenoberfläche, besonders häufig an der Zungenspitze, sie ähneln einem Nagel mit dickem Kopfe. Die **fadenförmigen Papillen** (Fig. 244) füllen die Zwischenräume
zwischen den übrigen Wärzchen aus und stehen sehr dicht neben einander, sie …
förmig auslaufende Enden. Gegen die Zungenränder zu werden sie spärlicher …
glatter, sodass sie sich den pilzförmigen Warzen in dem Aussehen annähern …
waffnete Auge sieht die fadenförmigen Wärzchen weisslich, während die be…

-narten röthlich erscheinen. Die fadenförmigen Papillen bestehen aus einem -örmigen Schleimhautwärzchen, welches meist noch an seinem oberen Ende feine -läre Wärzchen besitzt, jede mit fadenförmigen verhornten Epithelfortsätzen be- Die pilzförmigen Papillen sind auf ihrer ganzen Oberfläche mit feinen sekun- Wärzchen besetzt, sie sind von einem weichen Epithellager überzogen und voll- -en verdeckt. Die Wallpapillen tragen dagegen nur auf der platten Oberfläche sekun- Wärzchen mit ebenfalls weichem Epithel, das an den Seiten der Papille an Mächtigkeit -mt. Der Wall ist eine Schleimhauterhebung ebenfalls mit feinen Wärzchen besetzt. -e Verbreitung der Blutgefässe in den Papillen ist der in den Hautpapillen bekannten -hnlich, zu jeder der feinen den grösseren Papillen aufgesetzten Wärzchen erhebt sich -apillarschlinge.

-e Endigung der Geschmacksnerven hat in der neuesten Zeit eine Aufklärung erfahren. Die feineren Zweige des Glossopharyngeus, vor- -ise aus dünnen markhaltigen Fasern bestehend, begeben sich zu den Pa- -ircumvallatae und verbreiten sich in denselben. Im Stamme (Remak) sowie -em Eintritt in die Papillen zeigen sie mikroskopische Ganglienzellen. Direkt -er Papille bilden die Nerven ein Geflecht (Schwalbe), von welchem ein oder -e Bündel in die Papille eintreten, wo sie in vielfach sich durchkreuzende, -ssen und dunkelrandigen Fasern bestehende, Zweige zerfallen, welche -as Epithel zu ausstrahlen. In der Nähe der eigentlichen Geschmacksorgane -sich nur noch einzelne markhaltige Fasern, sonst nur feine Fibrillenbündel -er kernhaltigen Scheide umgeben, welche sich noch weiter in feinere Aeste -len, aus denen sich noch feine Fäserchen gegen und in das Epithel, zu den -macksorganen erheben, um wohl mit ihren specifischen Elementen in Ver- -g zu treten (Schwalbe).

-ach den übereinstimmenden Angaben von Loven, Schwalbe, Wyss und -ann finden sich die eigentlichen Geschmacksorgane bei dem Menschen und -ugethieren in dem geschichteten Pflasterepithel der Papillae circumvallatae -lreiche, mikroskopische Zellengruppen auf Zweigen des N. Glossopharyn- -ufsitzend. Man bezeichnet sie -eschmacksknospen (Lo- -Engelmann) oder Schmeck- -r (Schwalbe) (Fig. 245). Sie in flaschenförmigen Lücken -webes beim Menschen 0,077 -1 Mm. lang und 0,04 Mm. -ie enge Mündung der Flasche: -macksporus (Engelmann) 0,0027—0,0045 Millimeter -lbe). Bei dem Menschen um- die Geschmacksknospen vor -ie seitlichen Flächen der Pa- -circumvallatae oft zu vielen -ten in einer gürtelförmigen Zone. Auch an der der Papille zugekehrten des Ringwalls, sowie auf den pilzförmigen Papillen finden sich beim Men- -vereinzelte Knospen. Bei dem Schaf berechnet Schwalbe ihre Zahl in einer auf etwa 480, beim Rind auf 1800, beim Schwein finden sich auf jeder

Fig. 245.



Geschmacksknospen aus dem seitlichen Geschmacksorgan vom Kaninchen. 450/1.

seiner beiden umwallten Papillen etwa 5000, bei dem Menschen stehe dichtesten.

Der Boden der Knospenhöhle ruht direkt auf dem Boden der haut, seitlich wird ihre Wand von modificirten und verkitteten Epithel bildet. In diesen Lücken sitzen die Geschmacksknospen selbst, aus etw langen, dünnen Zellen bestehend, welche sich wie die Blätter einer einander legen. Man unterscheidet Deckzellen, den Stützzellen bei d Sinnesnervenenden analog, welche besonders die äusseren Schichten d bilden und die eigentlichen, wie man glaubt, mit den Fasern des Si zusammenhängenden Geschmackszellen. Die ersteren sind lang, mig, besonders gegen den Porus zu zugespitzt, mit einem ovalen, blasch

Fig. 246.



Isolirte Geschmackszellen aus den seitlichen Organen des Kaninchens. 600/1. b) Eine Geschmackszelle und zwei Deckzellen im Zusammenhang isolirt. Ebendaher. 600/1.

Kerne. Die Geschma bestehen aus dem, ein nissmässig sehr grossen migen Kern einschliessen körper, der nach obe mässig breiten, nach un feineren Fortsatz überge stere Fortsatz ist bei Ka cylindrisch, auf dem si Spitze zu verschmälernd lich schräg abgestum sitzt senkrecht ein H Stiftchen auf, das die G Geschmacksporus zu scheint (Engelmann). Fortsatz ist dünner, theilt sich in ziemlich geringer Entfernung von in zwei Aeste, welche nicht selten erst nach mehrfacher Theilung hautoberfläche auf dem Grund des Bechers erreichen. Chemisch un pisch scheinen sie mit den feinsten an die Geschmacksknospen he Glossopharyngeusfibrillen übereinzustimmen, sodass man sie als die V stücke mit jenen zu betrachten pflegt, doch scheint der wirkliche Zu bis jetzt noch nicht festgestellt.

Zur vergleichenden Anatomie. — Bei den Säugern ist das Verhalten der Gesc im Allgemeinen dem beim Menschen beschriebenen ganz analog. Bei dem Hasen findet sich ausser den Wallpapillen noch ein specifisches Geschmackso Art. An jeder Seite der Zungenwurzel liegt nämlich eine grosse, ovale, durc tiefe, parallele Querfurchen in schmale Leisten getheilte Erhabenheit mit taus schmacksknospen (H. v. Wyss, Engelmann). Bei den Fischen nennt man di schleimhaut und im Epithel der äusseren Haut eingelagerten Geschmacksorga Wesentlichen mit denen der Säuger übereinstimmen (F. E. Schulze), bec Organe (Leydig). Aus dem Schleimhaut- oder Cutisgewebe erheben sich nervenführende Papillen, auf ihrer etwas ausgehöhlten Endfläche sitzt dann förmiges Organ. Die Deckzellen und Geschmackzellen dieser Organe stimm der Säuger überein. Bei den Fröschen (Axel Key, Engelmann) sind die Gesc nicht becherförmig, sondern scheibenförmig gestaltet: Geschmacksscheib auf der Oberfläche einer Papilla fungiformis. Die specifische Zellengruppe wird zellen eingerahmt. Als Deckzellen (Stützzellen) fungiren cylindrische Zellen

ANN in eigentliche Cylinderzellen und in Kelchzellen unterscheidet, die Geschmack-zeigen nach aussen nicht nur einen, sondern mehrere zinkenförmig aus dem Zell-entspringende Fortsätze, es sind das die Gabelzellen ENGELMANN's. Der innere z stimmt ziemlich mit dem der Geschmackzellen der Säuger überein.

Wirbellosen, sowie auch bei Vögeln und Reptilien, sind die Geschmacksorgane noch rforscht, ebensowenig bisher die Entwickelungsgeschichte der Geschmacks- der Wirbelthiere.

tempfindung der Zunge. Das hornige, dicke Epithel der fadenförmigen Papillen diese unfähig zu Geschmackswerkzeugen, ja auch Tastempfindungen scheinen sie aus leichen Grunde nur wenig vermitteln zu können. In den beiden anderen Arten von en scheint die Empfindung von Geschmäcken und eine scharfe Gemeingefühlsempfindung, en, Temperaturempfindung vereinigt. Die Tastempfindung ist an der Zungen-, wo die meisten pilzförmigen Wärzchen stehen, am feinsten. Aus dieser Vereinigung erschiedenen möglichen Empfindungen resultirt die Schwierigkeit, welche es unter nden machen kann, die Geschmacksempfindungen von anderen gleichzeitigen sen- Eindrücken zu scheiden.

Geschmacksempfindungen.

r Vorgang der Geschmacksnervenerregung ist seinem Wesen nach unbe- Welche innere Uebereinstimmung haben die gleichschmeckenden Stoffe, ker, Glycerin, Glycin, Bleisalze, welche alle süss schmecken? Was hat erschmeckende Chinin mit dem Bittersalz gemein?

n dachte an elektrische Strömungsvorgänge zwischen der Mundflüssigkeit n schmeckbaren Stoff. Es lässt sich nicht leugnen, dass diese Anschauungs- etwas Verlockendes besitzt, da es einestheils sicher ist, dass zwischen kalischen Mundsafte und den saueren oder auch anderen Flüssigkeiten sche Strömungen entstehen, andererseits der elektrische Strom als ein Erreger der Geschmacksnerven seit alter Zeit bekannt ist durch die uchungen von VOLTA, PFAFF, RITTER etc. Liegt die positive Elektrode an der spitze, die negative an einer anderen Körperstelle an, so tritt ein sauerer, gekehrten Fall ein laugenartiger Geschmack auf, den elektrolytischen Pro- an den Elektroden entsprechend. J. ROSENTHAL hat nachgewiesen, dass lektrische Geschmacksempfindung sauer am positiven, alkalisch am en Pole auch bei Anwendung sogenannter unpolarisirbaren Elektroden man hat bei diesen Versuchen an die Abscheidung elektrolytischer Pro- n der Grenze ungleichartiger feuchter Leiter zu denken. Als Haupteigen- bedürfen, wie schon angegeben, die schmeckbaren Substanzen das Ver- sich in Wasser oder den Mundflüssigkeiten zu lösen. Auch Gase können ihnen lösen und dann geschmeckt werden, z. B. schwefelige Säure. lichkeit eines Stoffes in Wasser ist aber kein Maass für seine Schmeckbar- manche sehr leicht lösliche Stoffe sind trotzdem wenig, manche andere, nig löslich sind, stark schmeckend. Nach VALENTIN's Versuchen ergiebt sich ihe für verschieden schmeckbare Stoffe, in welcher das folgende Glied noch stärkeren Verdünnung geschmeckt werden kann als das vorhergehende: Zucker, Kochsalz, Aloeextrakt, Chinin, Schwefelsäure. Aehnliche Er- e erhielt CAMMERER.

nach dem Koncentrationsgrade der gelösten Substanzen wächst für ein selbe die Intensität der durch sie hervorgerufenen Geschmacksempfin-

Eintritt der Geschmacksempfindung. Am raschesten erfolg
Salzigen, dann folgt Süss, Sauer, Bitter (SCHIRMER).

Verschiedene Momente stumpfen die Feinheit des Geschm
dazu schon Trockenheit der Zunge, noch mehr entzündliche
Schleimhaut; ebenso sehr intensive Geschmackseindrücke,
nerven ermüden, auch Kälte und höhere Wärmegrade.

Einige Substanzen hinterlassen nach ihrem Verschlucke
den Nachgeschmack, der entweder in restirenden Partike
baren Substanz auf der Zunge oder in Erregung der Geschma
aus seinen Grund hat, deren Möglichkeit zunächst nicht in Al
kann, da solche Nachgeschmäcke auch nach dem Verschluc
achtet werden.

Ausserdem sind bei dem Geschmacke noch andere deutli
dungen zu beobachten, indem das Schmecken einer Substanz
anderen verändert. Der Geschmack des Käses erhöht den für
verdirbt ihn. Nach dem Kauen von Kalmuswurzel schmec
und Milch säuerlich. Wissenschaftlich ist es noch nicht gelun
zen und Dissonanzen der verschiedenen Geschmäcke aufzufin
hat ihre Harmonielehre der Geschmäcke ebenso praktisch e
Malerei und Musik gethan hat. Auch subjektive Geschmäcke

Die verschiedenen Theile der Mundhöhle scheinen eine
Empfindlichkeit für diese oder jene schmeckende Körpe
sollen mehr auf den Zungenrücken (bittere Stoffe), andere
Zunge und die Zungenspitze wirken. Die Zunge giebt uns dur
der Qualitäten ihrer Sinnesempfindungen an bestimmte Punk
Uebrigen bei diesem Sinnesorgane die Erforschung noch a
hat, doch Anhaltspunkte für die Beurtheilung der Wahrn

hysiologie der nervösen Centralorgane.

Sechsundzwanzigstes Kapitel.

I. Rückenmark und Gehirn.

Allgemeine Eigenschaften des Rückenmarkes und Gehirnes.

Physiologie der nervösen Centralorgane: des Rückenmarkes Gehirnes, hat uns noch eine Reihe von Räthseln zu lösen, auf welche en bisherigen Betrachtungen gestossen sind.

die seelischen Funktionen bisher aller physiologischen Analyse getrotzt o werden wir von ihrer Besprechung hier absehen dürfen, da es nicht be einer physiologischen Darstellung ist, auf ein Gebiet überzugehen, tzt fast allein nur mit Spekulation und naturwissenschaftlich ungegrün-pothesen gekämpft wird.

Versuche, die höheren seelischen Eigenschaften aus der besonderen es Gehirnes, aus seinem besonderen Reichthum an tiefen Hirnwindungen, wiegend starker Ausbildung einzelner Hirnpartieen (GALL) zu erklären, och zu keinem naturwissenschaftlich sicheren Resultate geführt. Man t im Stande, die seelischen Eigenschaften irgendwo zu lokalisiren.

stehen bei der Frage nach den seelischen Eigenschaften: Vorstellung und r Räthseln, welche sich noch nicht lösen lassen. Hier kommt sich, sagt der Mensch selbst fremd vor. Wir verstehen diese Vorgänge in keiner ie haben zwar einfache Gesetze, aber diese verhüllen ihre Gemeinsam-den Gesetzen der übrigen Natur. Der Ausspruch, dass das Gehirn die n ebenso absondere, wie eine Drüse ihr Sekret und ähnliche, wie die alte ass der hohe Phosphorgehalt die Gehirnsubstanz fähig mache für ihre n Thätigkeiten, sind Einbildungen ohne alle reale Basis. Offenbar ist as Grosshirn der Sitz der psychischen Thätigkeiten. Je mehr sich die Fähigkeiten in der Thierreihe entwickeln, desto vollkommener ist seine ng. Sein Gewicht und die Tiefe und Zahl seiner Windungen und damit e der grauen Substanz nimmt zu. Bei angeborener oder erworbener und Entartung des Grosshirns, namentlich seiner Oberfläche findet sich gung der psychischen Thätigkeiten: Blödsinn, Irrsinn. Grosshirnver-bringen oft Bewusstlosigkeit, Sopor, oder abnorme psychische Erregung. ollen Menschen soll, wie vielfach angegeben wird, das Gehirn, nament-

Sprachcentrum der Seele gestört, denn es blieb die Fähigkeit,
verstehen und zu schreiben, sondern auch die Fähigkeit, sich d
verständlich zu machen, zurück. Also auch hier sprechen die
ten Thatsachen noch nicht für eine Lokalisation der eigentlich
FLOURENS behauptet, dass bei schichtweiser Abtragung der G
eine fortschreitende Abnahme aller psychischen Thätigkeiten
Erfolge der Grosshirnabtragung folgt unten das Nähere). Ei
rung bestimmter Geistesfähigkeiten im Gehirn war bisher
führbar, wir werden sehen, dass sogar die automatischen
Centren im Gehirne noch nicht näher lokalisirt werden kö
Forschung noch Alles zu leisten. (Cf. das Nähere in den Le
steskrankheiten.)

Wir verlassen diesen Gegenstand hier und wenden uns
den menschlichen Organismus als Bewegung
stehen zu lernen, zurück, von der wir uns bisher habe
der Besprechung des Zustandekommens der Muskelbewegung
Körpers mussten wir in letzter Instanz den Antrieb zu den
kelkontraktionen den Centralorganen zuschreiben. In ihnen m
apparat gelegen sein, auf dessen Wirksamwerden jene Aktion
die Centralorgane der Empfindung müssen wir in das Gehirn

Die Reflexe.

Die Lehre vom freien Willen setzt voraus, dass der M
inneren von den Einflüssen der Aussenwelt unabhängigen Gr
gebung durch aktive Handlungen, Bewegungen einzuwirken
der Darstellung passt wohl nur auf eine äusserst geringe Anz

trachtung zeigt sich sogar deutlich, dass zunächst jeder Empfindung
mte Gruppe von Bewegungen entspricht, dass sich direkt Empfindung
ng umsetzt, reflektirt. Wir beobachten, dass wir diese Reflexbe-
n zwar durch den Willen unterdrücken können, sehen aber immer und
eder, dass ihr Zustandekommen von unserer Willkür unabhängig ist.
ich also nicht leugnen, dass ein grosser Theil der scheinbar willkür-
wegungen unseres Organismus mit dem Willen als Bewegungsgrund
schaffen zu haben braucht. Wir sind gewöhnt, aus der Zweckmässig-
eingeleiteten Bewegung auf ihre Spotaneität zu schliessen; es ist dieser
llkommen ungerechtfertigt. Es zeigt sich, dass alle die Reflexbewe-
die wir kennen lernen werden, in hohem Maasse die Eigenschaft der
ssigkeit erkennen lassen, sie sind alle auf Abwehr dem Orga-
Gefahr oder Schmerz erregender Reize oder auf Er-
Wollust erregender, schmerzstillender Objekte gerich-
erall sehen wir, dass die Natur den Bestand des Organismus nicht der
esselben frei überlässt, sondern in bestimmten Grenzen ihn zur Selbst-
zwingt. Die betreffenden zweckmässigen, vom direkten Willensantriebe
igen Bewegungen des Organismus sind nur einer der unzähligen Beweise
Walten der Naturkräfte, welches sich in den Einrichtungen der ein-
rgane ebenso wie in der Verknüpfung derselben zu gemeinschaftlicher
beweist.

direkt die Frage zu entscheiden, ob im Rückenmarke Organe vorhan-
welche durch innere, in ihnen selbst gelegene Gründe: Willen, zweck-
ewegungen des Körpers einzuleiten vermögen, hat man von jeher Unter-
n an Thieren angestellt, denen man das Rückenmark unter dem ver-
Marke durchschnitten hatte. Solche Versuche lassen sich nicht wohl
blütigen Thieren anstellen, da bei ihnen die Lebenseigenschaften der
rasch nach Durchschneidung des Rückenmarkes verschwinden; daher
ewöhnlich kaltblütige Thiere, besonders Frösche verwendet, bei welchen
be und Organe nach der Rückenmarksdurchschneidung, nach dem Auf-
Athmung, nach dem vollkommenen Verluste alles Blutes doch noch eine
eit — Stunden bis Tage lang — ziemlich ungestört funktioniren können.
eiden wir einem Frosche den Kopf ab, so wird dadurch die Bewegungs-
des Rumpfes durchaus nicht aufgehoben, ein enthaupteter oder enthirn-
unterscheidet sich eher durch grössere als durch geringere Beweglich-
einem gesunden. Nach der Enthauptung pflegt sich der Frosch nach
eit wie von einer anfänglichen Betäubung zu erholen, er setzt sich auf
hnliche Weise und wir sehen ihn unter Umständen sogar hüpfen.

st damit bewiesen, dass in dem Rückenmarke sich die Organe finden
welche nicht nur die Muskelbewegungen hervorrufen, sondern sie auch
mässigen Bewegungsgruppen vereinigen. Dürfen wir uns aber in dem
arke eine automatische, willkürliche Erregungsursache denken? Es ist
Frage, ob im Rückenmarke ein Theil der Seele enthalten sei, im letzten
die Frage nach der Theilbarkeit der Seele. Die Frage scheint in diesem
neint werden zu müssen.

genauere Beobachtung des enthirnten Frosches zeigt, dass diese schein-
ürlichen Bewegungen trotz ihrer unverkennbaren Zweckmässigkeit in der

dass der Bewegungsantrieb auf die Muskeln zwar von einer i
legenen Ganglienzelle ausgeht, dass diese aber ihren Reizzu
selbst producirt habe, sondern dass sie in denselben verset
die von einem äusseren Reize erzeugte Erregung einer sens
entweder direkt in ihr endigt oder ihren Erregungszustand
Fasern irgendwie auf sie überträgt.

Bei Einwirkung eines schwächeren Reizes sehen wir, d
gungen auf derselben Seite, auf welcher der Reiz einwirkt
meist als einfache Abwehrbewegung. Es wird zuerst das Gli
setzt, dessen Haut wir reizen; dann erst bei Verstärkung d
andere Extremität derselben Seite zu Bewegungen veranlasst.
Reiz noch weiter, so geräth auch die andere Seite in Thät
Rumpf in einen Sturm von Bewegungen hineingerissen ist:
Die Reflexkrämpfe, welche in gewissen Zuständen des Org
schon auf schwächere Reize eintreten, zeigen sich entweder an
kelgruppen oder noch häufiger an allen Muskeln gleichzeitig.
Pflüger breitet sich der Reizzustand bei Reflexkrämpfen zunäc
Erregung im Rückenmark in demselben Niveau aus, geht also zu
Rückenmarksseite über, ehe Fasern in anderen Niveaus des Rü
werden. Zeigt z. B. zuerst die eine der beiden unteren Extre
krampf, so folgt nach Pflüger weiter zunächst die gleichna
anderen Seite, dann die obere Extremität auf der Reizseite, d
gegengesetzten. Jedenfalls sehen wir also, dass von einer Ste
einer sensiblen Nervenfaser aus, der gesammte Bewegungsme
res, reflektorisch in Thätigkeit versetzt werden kann. Es ist
so zu verstehen, dass Zusammenhänge nicht nur zwischen den n
glienzellen existiren, sondern dass auch alle Centren des ganzen

wegungskraft verbreiten soll, desto grösser muss selbstverständlich ihre ein. Diese ist in gewissen Grenzen eine direkte Funktion der Intensität enden äusseren Reizes. Mit seinem Zunehmen wird die Bewegungs- r weiter von dem Centrum entfernt noch stark genug sein, die Bewe- ungen in anderen Ganglienzellen zu beseitigen. Doch ist auch die regbarkeit bei verschiedenen Körperzuständen sehr verschieden

aben den elektrischen Strom des Rückenmarkes als eine Hemmungs- der Bewegung der in der Längsrichtung säulenartig von ihm polari- enmarksmoleküle kennen gelernt, wodurch besonders Bewegungen der rksmoleküle senkrecht auf die Rückenmarksaxe erschwert werden. Es nicht auffallen, dass wir dieselbe, uns von dorther schon bekannte Er- hier wieder auftreten sehen, indem wir die Reflexe erst auf die der Hautstelle entsprechende Körperseite beschränkt finden, zum Zeichen, n der Längsrichtung des Rückenmarkes die Bewegungen leichter ver- in der Querrichtung. Bei heftigen Reizen sehen wir auch diese Hem- rwunden.

Experiment bekommt ein ganz eigenthümliches Gesicht, wenn wir einen einer bestimmten Hautstelle reizen und ihm dann die zuerst erregte abschneiden. Es zeigt sich dann, dass er die anderen Extremitäten ler abgeschnittenen benützt. Dieses Experiment macht auf den ersten den Eindruck, als wäre in dem enthirnten Rumpfe wenigstens noch es Bewusstsein von dem jeweiligen Körperzustande und den diesem nden Bedürfnissen. Es werden, wenn die gewohnten natürlichen Bah- eflexe durch die genannte Verstümmelung unmöglich geworden sind, geschlagen, deren Betreten schliesslich zu dem bewusst angestrebten der Reizabwehr führt. Das ganze Räthsel löst sich aber sehr einfach, bei der Anstellung dieses Experimentes auf die Reizstärke, die man in g zieht, achtet. Diese scheinbare, zweckmässige Anwendung des am uglichen Gliedes reducirt sich auf den schon betrachteten Fall, dass bei stärkung alle Muskeln endlich durch den Reiz in Thätigkeit versetzt der Anblick des Experimentes wird nur dadurch verändert, dass wir eitige Thätigkeit des abgeschnittenen Gliedes nicht bemerken können. xbewegungen an decapitirten oder enthirnten Thieren fehlen übrigens len Säugethieren nicht, besonders lassen sie sich an ganz jungen Indivi- t und schön nachweisen. Man kann bei Säugethieren und Menschen nderer Weise das Gehirn von der Beeinflussung des Rückenmarkes wie durch Decapitiren. Zum Theil haben wir diesen Zustand im bei dem Menschen auch dann, wenn der Geist durch vollkommene Kon- auf einen ihn fesselnden Gegenstand die Umgebung gänzlich vergisst. sich an schlafenden und in der bezeichneten Art geistesabwesenden otisirten Menschen dieselben Experimente mit gleichem Erfolge wieder- wir eben bei dem Frosche betrachtet haben. Wir kommen dadurch zur gung, dass eine grosse Reihe der Bewegungen, die uns selbst zunächst h scheinen, z. B. das Kratzen auf Reize der Haut, die Gestikulationen erzen, aus denen man mit Sicherheit auf den Ort des Schmerzes schliessen im Grunde unwillkürlich sind, wahre Reflexe, woher es stammt, dass sie

lichen Fröschen oder Froschstümpfen in der Begattungszeit
mitäten mit dem Theil des Rumpfes, an welchem sie an
Körper — z. B. Finger — nicht wegstossen, sondern er
klammern, in derselben Weise, in welcher das brünstige M
zu umklammern pflegt. Ich möchte hier daran erinnern, d
rung als ein Reflexkrampf der Muskulatur der oberen E
werden muss. Bei Fröschen ist z. B. im Strychnintetanus
Allgemeinkrämpfen je nach dem Geschlecht die Armhaltung
Während Weibchen im Krampfe die Arme seitlich und e
ausstrecken, werden bei dem Männchen, bei dem d
der Arme an Stärke überwiegen, die Arme fest u
mengebeugt, die Hände meist gefaltet. Reizt man ein sol
in der Krampfpause mit dem Finger an der Brusthaut, so un
eintretenden Reflexkrampf regelmässig den Finger. Auch d
umklammert auf den entsprechenden Reiz, wenn man ihn u
der Umarmung des Weibchens gerissen hat (GOLTZ) ander
haben dabei an eine lokale Erhöhung der Reflexthä
mark zu denken, wie sie bei Strychninvergiftung sich allgen

Wir haben im Rückenmark eine grosse Anzahl von Refle
Eine sehr grosse Anzahl solcher findet sich auch im verlä
Gehirne. Sehen wir zuerst nur auf solche Reflexe, welc
sprochenen schon in der Erscheinung Verwandtschaft haben,
sensiblen Hautnerven, mögen sie im Gehirne oder Rückenm
haben, auf ganz gleiche Weise mit motorischen Apparaten
braucht hier nur sich zu erinnern an die Gestikulation bei Z
ist allbekannt der Augenlidschluss bei Berührung der Bin
Das Husten und Niesen sind auch derartige Reflexvorgäng

en reflektorisch erfolgen. Hierher gehört z. B. die Pupillenverengerung
g der Retina; die reflektorisch eintretenden Bewegungen der Muskeln
en Ohres, auf deren Kontraktionen die Stellung der Gehörknöchelchen
nder beruht; die Zungenbewegungen bei lebhaften Geschmacksreizen.
bei den Sinnesnerven der höheren Sinne sehen wir, dass von einem
nicht nur die zunächst gelegenen motorischen Centralapparate erregt
nnen, sondern, dass bei Verstärkung des Reizes die Gesammtmuskula-
egung versetzt werden kann.
ntersuchung, was eigentliche, reine, von Vorstellungen ganz unab-
flexe sind, welche durch die höheren Sinnesnerven vermittelt werden,
ch vielfältig gestört, dass sich mit Bewegungen, die allem Anscheine
e Reflexe sind, doch, wie wir aus Erfahrungen an uns selbst wissen,
stellungen und vielleicht auch Willensantriebe verknüpfen. So wissen
icht bei nervös erregbaren Personen vom Optikus, vom Akustikus wie
nderen Sinnesnerven aus Schutzbewegungen, Fluchtversuche etc. an
die Gesammtmuskulatur betheiligt, hervorgerufen werden. Das Er-
welches von allen Sinnesnerven aus erregt werden kann und stets
mit tetanischen Muskelzuckungen verbunden ist, hat etwas unwill-
nd stellt sich sonach in die Reihe der Reflexvorgänge; trotzdem können
a uns zum Erschrecken die Vorstellung des Erschrecklichen zu gehören
r Annahme nicht verschliessen, dass wir es hier mit Vorgängen höherer,
rer Art zu thun haben als bei den gewöhnlichen Reflexvorgängen.
e, um die Frage, was denn eigentlich an diesen vom Gehirn und den
innesnerven aus vermittelten Bewegungen Reflexe seien, die Seele, das
ebenso ausschliessen können, wie wir das bei den Reflexerscheinungen
mark durch Abschneiden des Gehirnes vermochten. Man könnte hoffen
n Thieren, denen man das Grosshirn exstirpirte oder an neugeborenen
iese Frage lösen zu können, bei denen das Sensorium noch nicht ent-
. Letztere erschrecken wirklich durch Reize von den Sinnesnerven
bar ebenso wie Erwachsene.
Tast- und Temperatursinn ist mit einer Anzahl motorischer Apparate
Besonders deutlich ist die Verbindung der Hautnerven mit den Be-
rven für die Athemmuskulatur; das Kind schreit auf Hautreize, ohne
n Ort der Reizung schon zu entscheiden vermag. Es schliesst seine
lektorisch um einen die sensiblen Lippennerven kitzelnd erregenden
ustwarze, Finger etc. worauf Saugbewegungen gemacht werden. Dass
Gesammtverbindung der sensiblen und motorischen Apparate existirt,
rsichtlich, dass unter Umständen auf sensible Reize fast alle Muskeln
it versetzt werdrn, z. B. bei Leibschmerzen, bei welchen die Extre-
ion krampfhaft an den Leib angezogen werden, der Rücken gekrümmt,
lem Unterleibe genähert wird. Auch von dem Geschmackssinn aus
schon bei Neugeborenen Reflexe auf die Gesammtmuskulatur erhalten,
lebhaft schmeckende Substanzen mit der Zunge in Berührung gekom-
lebhaft genug auftreten, um uns von ihrem Vorhandensein zu über-
ie wir annehmen dürfen, dass das Sensorium schon ein Urtheil über
der schmeckenden Substanz für den Organismus zu fällen vermag.
ann mit dem grössten Anspruch auf Wahrheit behaupten, dass die Ent-

Die »enthirnten« Tauben sitzen anfänglich nach
da, erholen sich aber nach und nach zu einem Zustande, i
mit Aufmerksamkeit von gesunden Tauben unterscheiden
hirnte Taube schien munter, ging, flog auch zuweilen ohn
lassung; in die Luft geworfen flog sie bis zu irgend eine
sich niedersetzte. Sie sah vollkommen gut, die Augen bev
liess sich nachweisen, dass sie hörte und schmeckte. Si
Zupfen am Schnabel nicht nur zu Rückzugsbewegungen,
Art von Zorn reizen; sie hackte dann mit dem Schnabel,
Federn. Merkwürdig erscheint es, dass diese Taube trotz d
men normalen Verhaltens niemals von selbst Nahrung und
obwohl sie nach den Erbsen ebenso pickte wie nach ander
Steckte man ihr Erbsen in den Schnabel, so schluckte sie.
ein sicheres Urtheil über ihre Bewegungen; sie stiess an G
Wege standen, ging an den Rand des Tisches und wäre h
nicht Gebrauch von ihren Flügeln gemacht hätte; später k
nungen weniger mehr beobachtet werden. Das eine der
eine männliche Taube. Trotzdem dass normaler Samen
den sehr entwickelten Hoden gebildet wurde, wie die S
Täuber doch gegen eine brünstige Täubin ganz gleichgültig
Thiere. Aeusserungen von Furcht konnten nicht an ihn
Nachts sass das Thier ruhig, den Kopf unter den Flügeln,
schien. Vorerst geht aus diesen Experimenten hervor, da
zwar alle Sinnesempfindungen noch besitzt, d
stellungen mehr durch jene erweckt werden. Die Gro
währten sich also als die ausschliesslichen Organe der V
Urtheile des Willens; rein organische Verrichtungen und

besonders nach glänzenden Objekten — Erbsen — erinnert an die
der kleinen Kinder und Wilden, die Hand nach allen glänzenden Dingen
ecken und die ergriffenen zum Munde zu führen, was sich demnach als
e Reflexbewegung ausweist. Auch schwächere Reize des Akustikus ver-
ein Nähern des Körpers, wenigstens ein Umdrehen und Nähern des Kopfes
n schallenden Körper, ebenso Geruchsreize wie aus der Bewegung des
nd Körpers bei dem »Spüren« ersichtlich ist.

aben wir also auch diesen grossen Theil der Bewegungen, die wir von
ren Sinnesapparaten aus erregt sehen, zum grossen Theile wenigstens
xvorgänge, vom Willen gänzlich unabhängig, zurückgeführt. Wir stiessen
ber auch gleichzeitig auf Thatsachen, die es uns deutlich machten, dass
re Seelenthätigkeiten, Vorstellungen etc. unter normalen Umständen stets
n sich nothwendigen durch Reflexe einzuleitenden Bewegungen verbin-
sie modificiren können.

dressirten Thiere sehen wir ebenso wie am gebildeten Menschen, dass
vor allem in einer Modifikation oder Unterdrückung der Reflexbewegungen
Auch die inneren Empfindungen: Traurigkeit, Furcht,
, Hunger, Durst besitzen, wenn sie eine bestimmte Höhe erreicht
unwillkürliche, reflektorische Stellungen und Bewegungsarten, welche
enthümlich sind und ihre Gegenwart verrathen. Dasselbe ist bei den als
schaften bezeichneten inneren Empfindungen der Fall, die Unter-
g oder Beschränkung dieser wie der erstbesprochenen Bewegungen ist
fgabe der äusserlichen Bildung des Menschen.

r sehen aber, dass mit dem geselligen Zustande des Menschen neben die-
hränkung auch ein Hervorbringen neuer Bewegungen auf äussere Reize
en ist, von Bewegungen, welche sich in der Art ihres Zustandekommens
s von den Reflexbewegungen unterscheiden lassen. Wir können derartige
ngen erlernte Reflexe nennen zum Unterschied von den bisher be-
nen, die man als angeborene Reflexe bezeichnen kann. Zu den er-
Reflexen sind die Bewegungen beim Schreiben, Lesen, Musiciren, Tanzen
rechnen. Wen erinnert nicht das plötzliche an den Hut greifen der Unter-
, wenn sich ein Vorgesetzter naht, die rasche Beugung ihres Rückens an
ewegungen? Dass sie in vielen Fällen unwillkürlich sind, ja gegen den
intreten, ist allbekannt. So sehen wir also, dass wir mit bestimmten sen-
Eindrücken durch fortgesetzte Uebung ganz bestimmte Bewegungen zu
en lernen, die sich in Nichts von den wahren Reflexen unterscheiden. Es
n durch Uebung, dadurch dass eine Nervenerregung von
Stelle aus **sehr häufig** eine bestimmte Bahn durchläuft, die
inde auf dieser Bahn geringere als auf anderen, sodass die
nerregung wenn der Wille als Richtungsmoment ausser
n ist, stets diese leichtesten Wege einschlägt (S. 648).

e letzten Betrachtungen müssen uns veranlassen, auch die übrigen uns bis-
kannt gewordenen Reflexbewegungen von diesem Gesichtspunkte des Er-
aus noch einmal zu betrachten. Schon vorhin wurde es uns aus der Be-
ng des neugeborenen Menschen klar, dass ganz zweifellos die Grundlage
flexvorgänge, nämlich die Verbindung aller motorischen und sensiblen
organe unter einander schon von Anfang an existire. Trotzdem sehen wir,

dass beim Neugeborenen ein Theil der Reflexbewegungen noch nicht wenigstens nicht in der zweckmässigen Weise wie später. Ein neugebo schreit zwar und kommt schliesslich in starke allgemeine Bewegung, w einer Stelle seiner Haut schmerzhaft erregt wird, es gehört aber schon wickelung dazu, bis es reflektorisch die Hand z. B. zurückzieht von de Gegenstand, an dem es sich gebrannt hat; bis es den schmerzenden G den es gefasst hält, fallen lässt; bis es zweckmässige Abwehrbewegung Reize zu machen im Stande ist. Es hängt dieses offenbar damit zusamme Fähigkeit der Lokalisirung der Empfindungen auf der Haut eine erlern schaft ist, so lange diese Fähigkeit noch nicht existirt, kann nat keine zweckmässige Reflexbewegung entstehen. So mag also vielleic Theil der vom Rückenmarke allein nach Abtrennung des Kopfes erreg bewegungen durch Uebung erlernt sein. Doch dürfen wir nicht verg ein grosser Theil derselben auch dem Menschen sicher angeboren ist. kannt, dass wir im Gegensatze zu diesen am Menschen gemachten Be bei vielen Thieren, besonders Vögeln, sehr bald nach der Geburt raschende Ausbildung der Reflexbewegungen wahrnehmen: sodass fixe Bahnen für Reflexe in grosser Zahl angeboren zu sein scheinen. tritt mit der in der Thierreihe fortschreitend erfolgenden höheren E der Willensorgane die angeborene Ausbildung der angeborenen Reflexw dem Willensantrieb wachsenden Spielraum gebend zur Selbsterzieh Bewegungen.

Die reflektorischen Thätigkeiten haben an anderen Stellen schon öfters Er funden. Man fasst bekanntlich unter den Begriff Reflex nicht nur die Reflexb der Skeletmuskeln zusammen, welche wir bisher allein besprachen. Manch auch auf sensible Reizung Reflexerschlaffung (?) von Muskeln, Vaso Beispiele der Reflexerschlaffung an, die Entleerung von Koth und Urin bei sammlung derselben in ihren Behältern, durch plötzliche Erschlaffung der Sph Folge momentaner Reizung der Haut, z. B. durch kaltes Wasser. Nach unvera siblen Eindrücken sollen auch Spannungen von Skeletmuskeln nachlassen, sod ein gehaltenes Objekt fallen lässt. Die Erscheinungen lassen übrigens auch ein Erklärung zu. Hier würden sich auch die in der Medicin öfter genannten mungen anschliessen. Auch die Hemmung der Herzbewegung auf Vagusrei unter als Reflexerschlaffung gedeutet. Von der reflektorischen Erregun sennerven war bei der Darstellung der Drüsenthätigkeiten mannichfach die

Die Reflexhemmung.

Schon mehrmals haben wir davon gesprochen, dass der Wille v auf die Reflexbewegungen sei. Es setzt dieser Einfluss eine materie dung der Centralorgane des Willens sowohl mit allen sensiblen als auc motorischen Centren voraus.

Reflexhemmung vom Gehirn aus. Der Einfluss, den der die Reflexe auszuüben vermag, besteht, ausser der Schöpfung neuer R durch fortgesetzte Uebung, vor allem in der Unterdrückung und Modi natürlichen Reflexbewegungen. Es ist allem Zweifel überhoben, das hirn das Centralorgan des Willens anzunehmen sei. Daher sahen w nach Abtrennung des Gehirnes die Reflexe in ganz regelmässiger Weise

d bei dem nicht enthirnten Thiere die Reflexbewegungen willkürlich unter- und durch zweckmässige Spontanbewegungen ersetzt werden können. tte schon mehrfältig daran gedacht, dass im Gehirne ein eigenes Hemmrgan für Reflexe vorhanden sei, welches durch seine Erregung das Zu-ommen der Reflexe verhindern könnte: ein Zwischenorgan, welches man ter normalen Verhältnissen vom Willen aus reflektorisch in Erregungs-l versetzt denken könnte. SETSCHENOW zeigte nun, dass wenn man einen be-en Theil des Gehirnes chemisch — z. B. mit Kochsalz — reizt, die Fähigkeit zu n für das gesammte Thier verschwinde, mit der Entfernung des Reizes ieder zurückkomme. Das Organ, dessen Erregung diese Reflexhemmung uft: das Reflexhemmungscentrum, lokalisirt SETSCHENOW in die Lobi les Froschgehirnes (cf. unten). Harnstoff im Blute ist, wie schon er-ein Reiz für dieses Hemmungscentrum. Bei Anwesenheit von grösseren von Harnstoff im Blute hören zuerst die Reflexbewegungen auf und nach seiner Entfernung wieder zurück. Auch diese Wirkung lässt sich angegebene Stelle im Froschgehirn lokalisiren (J. RANKE). Analog scheint orphium zu wirken (SETSCHENOW).

ich neueren Beobachtungen (GOLTZ, SETSCHENOW u. A.) erfolgt auch bei ten Thieren durch starke Reizung sensibler Nerven eine Reflex-ung.

eflexhemmung im Rückenmark. Wir haben schon gesehen (S. 678 u. dass ein elektrischer, auf das Rückenmark auf- oder absteigend von aussen kender Strom das Zustandekommen der Reflexe zu hemmen vermag. Die Re-vegungen treten immer langsamer ein, je intensiver der Strom wirkt, um bei einer bestimmten Stärke desselben ganz zu verschwinden. Wir müssen Rückenmarke selbst, das stets normal von einem starken elektrischen Strome strom) durchflossen ist, auch in diesem Strome eine Reflexhemmung an-n, die es erklärt, warum auch bei dem enthirnten Frosche die Zeit eine h bedeutende ist, welche verfliesst zwischen dem Reiz und dem Eintritt flexbewegung. Leider kann man aus der Bestimmung dieser Zeit keinen s ziehen auf die Zeit, welche ein Reiz bedarf, um eine Ganglienzelle zu er-Man kennt zwar die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Erregung im Ner-nan könnte auch wenigstens annähernd genau die Länge der durchflossenen strecken messen und die auf sie treffende Verzögerung des Reizerfolges in nung bringen; es bleibt aber dabei noch eine unbestimmbare Unbekannte, nicht zu berechnen ist, nämlich die Länge des Weges, den die Nerven-ng im Rückenmarke selbst zu durchlaufen hat.

nter pathologischen Umständen, bei denen sich eine Verminderung der Inten-es elektrischen das Rückenmark durchfliessenden Stromes ausbildet, sehen wir mmung der Bewegung in den reflektorischen Centren sehr bedeutend vermin-Wir sehen auf verhältnissmässig geringe Reize reflektorisch die Gesammtmus-r eines Thieres in Aktion, Tetanus, gerathen. In dieser Richtung wirkt die tung mit Strychnin. Bei dem Menschen werden derartige Reflexkrämpfe hervorgerufen durch verhältnissmässig geringe Reize bei sogenannten »nerven-chen Personen«, deren krankhafter Zustand sich gewöhnlich auf dauernde rungsstörungen der Muskeln und Nerven zurückführen lässt. Wir wissen, bei derartigen Leiden die Intensität aller normal im Organismus kreisenden

elektrischen Ströme abnimmt, sodass wir es erklärlich finden, dass das Rückenmark durchfliessende Strom so geschwächt ist, dass er nur zu einer zweckmässigen Reflexhemmung hinreicht. (Im Zustande der wenn das Blut mit Sauerstoff übersättigt ist, bleiben die Reflexkrämpfe bei ninvergiftung aus (ROSENTHAL und LEUBE)).

Automatische Centren.

Der Grund, warum wir mit solcher Ausführlichkeit die Frage nach standekommen der Reflexbewegungen behandeln mussten, liegt darin nur dann, wenn wir diese von äusseren Ursachen im Organismus erze tigkeiten auszuschliessen vermögen, im Stande sein werden, wahrhaft tische Bewegungen zu erkennen.

Unsere bisherige Betrachtung hat uns gelehrt, dass jedenfalls die gr der Bewegungen des thierischen und menschlichen Leibes, welche in h den Anforderungen der Zweckmässigkeit genügen, zu ihrem Zusta eine in dem Organismus selbst entstandene — automatische — Erre bedürfen. Freilich ist damit noch nicht bewiesen, dass sie automatische Willenserregung zu Stande kommen. Unser Bewusstse dass wir unter Umständen dieselben Bewegungen willkürlich herv wir unter anderen reflektorisch eintreten sehen. Wir können sicher die Erregung durch äussere Reize entstehen kann, auch durch innere reize, die motorischen Centren erregen, aus deren Thätigkeit die geord mässige Bewegung von Muskelgruppen hervorgeht, die der Wille kombinirt, die schon durch innere anatomische Verknüpfungen od ringere Widerstände auf gewissen Bahnen der Nervenerregung mit ei zu gleichzeitiger, einer höheren Idee für den Bestand des Organismu Aktion verknüpft sind (koordinirte Bewegungen).

Ausser den reflektorischen schreibt man dem Rückenmark matische Apparate zu. Vom Rückenmark wird normal beständig glatter Muskeln unterhalten und, wie GOLTZ soeben nachgewie tonischer Einfluss auf die Aufsaugung vorzüglich aus räumen in das Blutgefässsystem. Auch die Aufsaugung aus Darm steht nach ihm unter dem Einfluss des Rückenmarks. Früher wu Tonus willkürlicher Muskeln als automatische Wirkung des angenommen.

Man versteht ursprünglich unter Muskeltonus eine direkt v mark angeregte, also aktive, beständige automatische, schwach liche Kontraktion sämmtlicher Skeletmuskeln (JOHANNES MÜLLER). nächst Tonus nicht verwechseln mit der normalen passiven Sp Muskels zwischen seinen Ansätzen (S. 619), welche bei der Muskeld dung das Auseinanderweichen der Schnittflächen veranlasst. Die nach lähmung eintretende Verzerrung des Gesichts nach der gesunden ebenso wenig auf Tonus zu beruhen. Nach der Kontraktion der Ges der gesunden Seite reicht die Spannung der dadurch verzogenen gel keln nicht hin, sie wieder auf ihre frühere Länge auszudehnen. An es sich mit den Stellungsveränderungen des Augapfels nach Lähmu

uskeln. Heidenhain's Versuche sprechen direkt gegen einen automa-n Tonus quergestreifter Muskeln. Er zeigte, dass ein passend gespannter der mit seinem motorischen Nerven noch mit dem Rückenmarke zusam-gt, sich auf eine Durchschneidung des Nerven nicht verlängert. Wenn n automatischen Tonus leugnet, so ist damit noch nicht ausgeschlossen, :ht unter bestimmten Bedingungen vom Rückenmarke aus eine unwillkür-:hwache Kontraktion willkürlicher Skeletmuskeln statthat, aber dieselbe t automatischer, sondern reflektorischer Natur. Brondgeest durchschnitt schen das Rückenmark unter dem verlängerten Marke und dann den Ple-hiadicus des einen Beines. Das Thier zeigte senkrecht hängend auf der erirten Seite alle Gelenke etwas gebeugt, das ganze Bein etwas angezogen, operirten Seite erschienen die Gelenke schlaff. Durchschneidung der hin-ensiblen) Rückenmarkswurzeln hatten denselben Erfolg wie vollkommene durchschneidung, sodass es damit sicher gestellt erscheint, dass dem mark und von da aus den motorischen Nerven der Beugemuskeln von den n Hautnerven aus fortgesetzt ein Reiz zugeleitet wird. Diese Kontraktionen o nicht automatisch, sondern reflektorisch.

s Tonus unwillkürlicher Muskeln wird die normal-dauernde Kon-des Dilatator pupillae, welche nach Durchschneidung des Halsstam-s Sympathikus aufhört (S. 718), angesprochen. Das automatische Centrum Tonus: Centrum ciliospinale (Budge), sollte im Rückenmark an der des Halsmarks liegen, weil Lähmungs- und Reizungszustände dieser markspartie den Dilatator entsprechend beeinflussen (Pupillenerweiterung zung, Verengerung bei Lähmung). Der automatische Charakter dieser kung ist jedoch nicht sicher gestellt, es sind reflektorische Beeinflussungen usgeschlossen, und neuere Versuche verlegen das eigentliche Erregungs-), zu welchem sich das Centrum ciliospinale nur als Zuleitungsorgan ver-würde, in die Medulla oblongata (Salkowski).

ich den glatten Muskelfasern der Blutgefässe kann ein beständiger schwa-ntraktionszustand nicht abgesprochen werden. Er wird direkt durch die ierven vermittelt, nach deren Durchschneidung die Gefässe sich erweitern. Tonus wird vom Rückenmark angeregt, da halbseitige Rückenmarks-:hneidungen die Arterien halbseitig lähmen. Man nahm für diesen Gefäss-tonus automatische Centren im Rückenmark an. Auch hier scheint der Be-er Automatie nicht erbracht, Reflexe sind nicht ausgeschlossen. Goltz hgewiesen, dass reflektorisch der Gefässtonus beeinflusst werden kann, var von den Nerven der Baucheingeweide (Darm und Magen), durch ihre iische oder elektrische Reizung wird der Tonus gelähmt. Andererseits man auch den Sitz des eigentlichen Erregungscentrums nun höher in das gerte Mark. Auch eine dauernde, leichte Kontraktion glatter Sphink-iskeln existirt. Füllt man das Rektum mit Flüssigkeit an, so wird, wenn reffenden Nerven intakt sind, erst bei höherem Druck der Sphinkteren-; überwunden als nach Durchschneidung der Nerven (Giannuzzi u. A.). Budge und Giannuzzi soll das Centrum dieser tonischen Innervation im nmark liegen (zwischen dem 5. und 6. Lendenwirbel bei Hunden). Ob ein ter vesicae existirt und sein etwaiger tonischer Verschluss sind noch streitig. ntraktion der Harnröhrenmuskulatur scheint nach Budge reflektorisch.

Das von GOLTZ entdeckte Phänomen der Beeinflussung der Resorp Blutgefässsystem von Seite des Rückenmarks zeigt sich darin, dass bei F nach Abtrennen des Gehirns und bei erhaltenem Rückenmark sehr ra Aufsaugung einer in die Lymphräume gebrachten indifferenten Flüssigke Blutgefässsystem erfolgt; die Resorption bleibt aber aus, sowie das Rüc zerstört wurde. Hier ist ein beständiger Einfluss unverkennbar, ob wir aber automatisch oder reflektorisch zu denken haben, ist ebenfalls nicht den, das letztere wird dadurch wahrscheinlicher, weil reflektorisch d zung der Hautnerven (der unteren Extremitäten) die Resorption gestei den kann.

Im Rückenmarke sind sonach wahre automatische Centren bis kaum sicher gestellt, die auf ihre Anwesenheit gedeuteten Phänomene l auch als Reflexerscheinungen auffassen. Damit ist jedoch natürlich geschlossen, dass diese Bewegungscentren, welche durch Reflexe bei erregt werden können, nicht unter Umständen auch aus Ursache eigener, selbst entstandener Veränderungen in Thätigkeit verfallen können. Das zweier anatomisch verschiedener Nervenzellenarten im Rückenmark s automatische Funktionen desselben zu sprechen (cf. unten), und die ei liche Verknüpfung der automatischen Zellen mit dem Fasernetze de Substanz würde auch gelegentliche Reflexe ermöglichen. Alle Vorgäng zu einer Veränderung der chemischen Gewebszusammensetzung führe schliesslich auch die genannten Centren und bringen Erstickungskrämp Wir sehen diese daher nicht nur auftreten bei allgemeiner Verarmung an Sauerstoff und Ueberladung mit Kohlensäure, sondern auch dann, w bei Stagnation des Blutes in den Gehirngefässen durch Verschluss der den Arterien oder durch Verblutung diese Veränderung zunächst nu des Gehirns oder die Gehirnsubstanz selbst trifft. Die Krämpfe bei Ve benannte man früher als anämische Krämpfe (KUSSMAUL und TENNE

Von der Medulla oblongata, dem verlängerten Mark, eine Reihe von Bewegungen hervorgerufen, welche für die erste Betrach Charakter des automatischen an sich tragen, in Wahrheit aber reflektorisch

Die Aktionen, welche hier in Betracht gezogen werden müssen, allem die rhythmischen Athembewegungen und die Hemm Regulirung der Herzbewegung; beide Thätigkeiten haben ihre dem verlängerten Marke. Man hat sie dort näher zu lokalisiren versuch die rhythmischen Athembewegungen wenigstens ist es auch gelungen, de Athemcentrums, des Centralorganes der Athembewegungen aufzufi liegt etwa an der Spitze des Calamus scriptorius, an der Ursprungsstelle und Accessorius. Seine Zerstörung unterbricht momentan die Athembew sodass bei warmblütigen Thieren sogleich nach derselben der Tod eintri vital, FLOURENS). Von diesem Organe aus werden fortwährend rhyth Athemmuskeln in Thätigkeit versetzt, ohne dass wir von aussen her ein auffinden könnten, welche die Bewegungen als reflektorisch entstanden könnte. Auch bei dem Centralorgane der Herzregulirung im verlängert sehen wir keine äusseren Reize betheiligt. Trotzdem spricht eine Reihe v sachen dafür, dass auch hier Reflexe im Spiele sind.

Das Athemcentrum wird von dem Vagus und Laryngeus

senthal) in auffallender Weise beeinflusst. Ja wir sahen schon auf Reizung sen- und Kehlkopfschleimhaut heftige Exspirationsbewegungen eintreten, die weifel als Reflexe gedeutet werden müssen. Plötzlich erfolgende Hautreize giessen mit kaltem Wasser etc. — bewirken reflektorisch Einathembewe-i. Die Durchschneidung des Vagus am Halse bewirkt Verlangsamung der ng; Reizung des centralen Vagusstumpfes, der also noch mit dem verlän-Marke in Verbindung steht, beschleunigt sie dagegen wieder (Traube). Diese isse des Experimentes lassen kaum eine andere Deutung zu, als dass von ipherie aus durch den Vagus beständig ein Reizzustand dem Noeud vital tet wird, der seine Ganglienzellen reflektorisch in Erregung versetzt, sodass Einathmungsbewegungen gemacht werden. J. Rosenthal fand, dass die g des Laryngeus superior den gegentheiligen Effekt hat, sodass die höchste tät seines Reizzustandes Exspirationsbewegungen (Husten) erzeugt. Zur ung der Rhythmik der Ein- und Ausathmungsbewegungen lässt sich die me machen, dass das Athemcentrum abwechselnd von den beiden genann-flexbahnen aus erregt wird.

ei Verstärkung des Reizes auf das Athemcentrum werden zunächst ausser rmalen auch die accessorischen Athemmuskeln und endlich fast alle Kör-skeln ergriffen, es treten Erstickungskrämpfe ein, für welche das m also auch im Centrum der willkürlichen Athembewegungen zu liegen t. Doch nimmt man vielfach ein besonderes Krampfcentrum in der a oblongata an, und deutet das Auftreten der Erstickungskrämpfe dahin, ch von dem Athmungscentrum bei Verstärkung des Reizes der Reizzustand nachbarte Theile der Medulla oblongata und vielleicht sogar des Rücken-fortsetzt, da man dann auch andere nervöse Centren: das Centrum cilio-, das Centrum der Gefässnerven, das Herzhemmungscentrum etc. in den ngszustand verfallen sieht. Der Reiz des Athemcentrums und der übrigen ten Centren beruht, wie gesagt, normal auf einer chemischen Veränderung websflüssigkeiten der nervösen Centralorgane (vor allem Verarmung an toff und Anhäufung von Kohlensäure, cf. unten).

uch für die Reflexerregung des Centrums für Regulirung der ewegung sprechen Thatsachen. Es scheint, dass stets von einer Anzahl er Nerven aus reflektorisch Erregungszustände zu dem verlängerten Marke werden, welche die Herzbewegung verlangsamen. Das Nähere ist bei der chung der Herznerven schon mitgetheilt. Auch das vasomotorische um scheint in der Medulla zu liegen. Durchschneidung des Halsmarks und erweitert alle Arterien im Bereiche unterhalb des Schnittes, Reizung dulla verengt dagegen die Arterien (cf. oben und bei Gefässnerven). Nach ben Angeführten liegt auch das eigentliche Bewegungscentrum des ator pupillae in dem verlängerten Mark.

der Medulla oblongata sind auch die Centren der Schlingbewegungen r Kaubewegungen gelegen, welche beide reflektorisch, ersteres durch nsiblen Nerven, welche in den Gaumenzweigen des Sympathikus liegen der van der Kolk), erregt werden.

an schliesst auf ihr Vorhandensein daraus, dass sowohl Schlingkrämpfe als uskelkrämpfe (Trismus) bei Reizzuständen der Medulla oblongata auftreten. uch ein Centrum für chemische Aktion liegt im verlängerten Marke, das

Centrum für Zuckerbildung in den Organen (Leber), neben ein
anderes, dessen Reizung die Harnsekretion vermehrt. Beide Organ
ebenfalls im normalen Zustande reflektorisch erregt zu werden. Nach
pation der Leber erregt die Gehirnverletzung keinen Diabetes meh
Nach den Angaben Brücke's, dass der Harn normal einen geringen Z
erkennen lasse, schien das Centrum der Zuckerbildung beständig
Grade thätig zu sein. J. Seegen's neue Versuche haben den normale
gehalt des Harns jedoch nicht bestätigt.

So sehen wir also, dass auch diese scheinbare Automatie der Tha
verlängerten Markes bei näherer Betrachtung sich meist auf reflektoris
zurückführen lässt. Doch haben diese Aktionen immer etwas Besond
vorhin besprochenen Reflexbewegungen voraus. Wenn die Erregung
Antrieb verdanken, auch nicht zuerst in den motorischen Centren
begonnen hat, so erfolgt dieselbe doch unter normalen Bedingungen
inneren, nothwendigen Zuständen des Organismus selbst nicht d
welche von aussen auf denselben einwirken. Wir können diese letzt
innere Reflexe von den äusseren Reflexen, bei denen d
äusserer, mehr zufälliger ist, unterscheiden.

In dem Mittelhirne, im Kleinhirn und auch noch in der Me
gata scheinen die Coordinationscentren der Bewegung zu
denen unten noch Näheres folgt. Die Lage des Reflexhemmungs
(Setschenow) ist schon oben (S. 865) besprochen.

Zusammenstellung einiger wichtigen Reflexbewegungen:

Durch Reflexvorrichtungen stehen manche Nerven in sehr inniger Bezieh

Der Nervus opticus steht reflektorisch in naher Beziehung zum Ner
motorius, N. facialis und den sensitiven Nasenzweigen des T
Eine Reizung des Optikus führt zu einer Reflexreizung der Pupillarfasern des O
Munk zeigte, dass auf mechanischen Reiz des Optikus die Pupille sich vere
ist wie allbekannt bei stärkerer Lichtreizung des Optikus der Fall. Eine de
Optikuserregung zwingt reflektorisch zum Lidschluss der Augen (Facialis) und
in der Nase, ja sogar Niesen (Trigeminus).

Des Nervus Trigeminus sensible Zweige reflektiren ihren Erregun
den Ramus lacrimalis des Augenastes, den Nervus facialis und d
tionsnerven.

Die meisten Reflexe vom Nervus vagus ausgehend, sind oben schon a
schrieben. Es muss nur an den Reflex auf die Athemnerven erinnert werden. I
welcher auf Kehlkopfreizung eintritt, ist Wirkung des Vagus (Nervi laryngei super
ihren Reizzustand auf die Athemmuskulatur übertragen. Nach Durchsch
laryngei superiores bleibt der Husten aus.

Der Nervus glossopharyngeus steht in reflektorischer Beziehung
sekretion. Seine sensiblen Fasern stehen in Reflexbeziehung zu dem motori
des Schluckaktes.

Für die Rückenmarksnerven stellt es sich heraus (Harless, E. Cy
die hinteren Nervenwurzeln, den vorderen (reflektorisch, Bezold und Ros
Erregbarkeitsgrad mitgetheilt wird.

Sehr wichtig ist die Beobachtung Schiff's und Loven's, dass von gew
Rückenmarksnerven aus auf die Weite der Gefässe reflektorisch ein

: z. B. von den sensiblen Fasern der oberen Cervikalnerven kann auf die Lumina der ·se des Ohres eingewirkt werden.

·af dieselbe Weise (Reizung sensitiver Rückenmarksnerven) kann reflektorisch durch ·ittelung des Vagus der Herzschlag verlangsamt werden. Nach Vagusdurchschneidung diese Reflexmöglichkeit auf.

·ieselben Nerven können auch die Athemnerven reflektorisch erregen, zu tiefen Inspira- ·on, wie schon oben erwähnt wurde.

Koordinirte Bewegungen.

Aus dem, was wir bisher kennen gelernt haben, geht es zur Genüge hervor, ·ielfältig die Verbindungen der einzelnen Centralorgane des Nervensystemes · einander sein müssen, wie verwickelt die Leitungsbahnen, die ein Reiz- ·nd im Rückenmark und noch mehr im Gehirne zu durchlaufen hat.

Die besprochenen Thatsachen setzen vor allem eine grosse Anzahl von Ver- ·ungsfasern zwischen den einzelnen Ganglienzellen — intercentrale Fa- · — voraus. Auf ihrer Anwesenheit beruht die Möglichkeit der Reflexe, ·e uns zu der oben gemachten Annahme zwingen, dass die den Reflexen vor- ·nden Ganglienzellen im Rückenmarke und Gehirne mit einander in wechsels- ·er Verbindung stehen, sodass von einer Reizstelle aus durch verstärkten Reiz ·ch die Muskeln des ganzen Organismus in Aktion versetzt werden können. Es ·lasst uns die schon mehrfach besprochene Thatsache, dass auf einen Willens- Reflexreiz meist nicht ein Muskel allein zuckt, sondern eine Kombination von ·elkontraktionen zu einer für den Organismus zweckmässigen Gruppe von Bewe- ·en erfolgt, eine nähere Verbindung der motorischen Centren für bestimmte, ·elne Bewegungsgruppen anzunehmen. Man bezeichnet diese zu ·n einheitlichen Zwecke für den Organismus gewöhnlich verbunden eintreten- Bewegungen als koordinirte Bewegungen. In welcher Weise wir uns ·e nähere Verbindung der Bewegungscentren der einzelnen Muskeln, wodurch ·dinirte Aktionen möglich werden, zu denken haben, ist noch nicht völlig klar. ·haben schon bemerkt, dass sich ein Reizzustand im Rückenmarke und wohl · im Gehirne zuerst und am leichtesten auf die der gereizten zunächst gelege- Ganglienzellen verbreitet. Wir können uns darnach den Grund der gleich- ·gen Erregung schon in einem Naheliegen der betreffenden Centralorgane be- ·t denken. Die Ursachen der koordinirten Bewegungen hängen sicher auf das ·gste mit den Ursachen der auf einen bestimmten Reiz mit Bestimmtheit ein- ·nden Reflexbewegungen zusammen. Wir haben dort die Annahme gemacht, gewisse Erregungsbahnen, welche oft betreten werden, einen geringeren ·erstand der Erregung darbieten als andere, welche die Erregung bisher selten ·hlt hat. Auch die Koordination gewisser Bewegungen kann sonach erlernt sie wird verfeinert oder beschränkt durch Uebung.

Wir dürfen nicht glauben, dass ein solches Wegsamerwerden gewisser Erre- ·sbahnen eine Erscheinung wäre, für welche wir nicht Analogieen in anderen ·eten der Physiologie besitzen. Ich erinnere hier daran, dass der gleiche Reiz Muskelnerven bei öfterer Wiederholung den Muskel anfänglich zu immer ·eren Leistungen antreibt, sodass offenbar die Hemmung der Bewegung we- · stark ist, wenn die Bewegung schon ein- oder mehrmal eingeleitet war. Die

Hemmung der Bewegung nimmt dadurch, dass sie öfter durchbrech
anfänglich an Stärke ab; später, wenn wahre Ermüdung eintritt,
dagegen wieder zu, bis bei dem Maximum ihrer Intensität jeder Reiz u
ist, Bewegung auszulösen. Diese Erhöhung der Beweglichkeit der Mole
öfteres Einleiten von Bewegungen zeigt sich auch deutlich am Nerv
wie aus der Verstärkung hervorgeht, welche die negative Schwa
Nervenstromes bei öfterem Tetanisiren anfänglich, ehe Ermüdung eint
Es beruhen diese Schwächungen der Bewegungshemmung der Molekül
chemischen Veränderungen der Substanz der in Frage
den Zellen und ihrer Ausläufer, auf einer Art lokaler
Ermüdung, wie man diesen Zustand geschwächter Hemmung
nennen könnte. Eine lokale Ermüdung, wie wir sie auch, gekennze
gewisse der Ermüdung entsprechende chemische Alterationen der Ge
keit (z. B. Zunahme des Wassergehaltes), in einzelnen im Haushal
nismus besonders oft gebrauchten Muskeln — Herz, Athemmuskel
treffen. (Cf. die Besprechung über Ermüdung der Muskeln und Nerv

Das Koordinationscentrum der gemeinsamen Bewegung a
tremitäten liegt beim Frosch in einer höchstens 0,5 Mm. dicken Hirnsch
man begrenzen kann durch zwei Schnitte, von denen man den einen
zwischen Vierhügel und kleinem Gehirn, den anderen an der untere
kleinen Gehirnes führt. Durchschneidet man nur an der Grenze zw
hügeln und kleinem Gehirn, so fängt der Frosch nach einiger Zeit
kriechen an (Volkmann), wahrscheinlich in Folge einer Reizung von
wunde aus. Der tiefer geführte Schnitt hebt diese Fähigkeit der
geordneten Ortsbewegung auf. Doch scheinen Koordinationscentre
ordneten Bewegungen des Gesammtkörpers ausser im Kleinhirn au
hirn (Brücke, Pedunculi, Corpus striatum, Sehhügel, Vierhügel) und i
oblongata zu liegen, da experimentell eingeleitete Verletzungen aller
sogenannte Zwangsbewegungen (Magendie, Schiff u. A.) herv
bezeichnet mit diesem Namen verschiedene krampfhafte, ungewö
bewegungen des Körpers oder Versuche zu solchen. Wälz- un
gungen um die Längenaxe des Körpers; Reitbahnbewegungen, b
Fluchtversuche das verletzte Thier nach Beschreibung einer Kreisba
den Ausgangspunkt zurückführen. Liegt das Thier auf dem Boden,
sich wohl auch wie der Zeiger einer Uhr um seine Hinterbeine. A
haftes Vor- und Rückwärtseilen kommt vor. Rollbewegungen, un
von der gesunden Seite nach der verletzten, treten ein nach Durchsc
mittleren Kleinhirnstiels einer Seite oder eines Seitentheils der
Bewegung hört auf, wenn eine entsprechende Verletzung auf der
angebracht wird. Nach der gesunden Seite erfolgt die Drehung na
eines Sehhügels oder Hirnschenkels. Diese letzteren Verletzungen bew
auch Reitbahnbewegung, welche beim Frosch auch nach der Ausschn
Lobus opticus erfolgt. Vorwärtsbewegung tritt beim Kaninchen ein
Entfernung der Grosshirnhemisphären beide Streifenhügel ausgeschni
Exstirpation des Kleinhirnes bewirkt in manchen Fällen Rückwärtsb
anderen Störung in der Erhaltung des Gleichgewichts (R. Wagner).
entschieden, ob diese Zwangsbewegungen Folgen der Reizung oder d

r-vösen Centralorgans der Koordination oder nur bestimmter leitender Or-
cl. Am wahrscheinlichsten erscheint es, dass die Bewegungen in halb-
Halblähmungen der Muskeln ihren Grund haben, welche die Aktionen der
nten Seite überwiegen lassen, andererseits könnte freilich auch eine
e starke Aktion der kranken Seite durch Ueberreizung angenommen werden.
es sind die angeführten Erfolge keineswegs vollkommen konstant.
ben den koordinirten Bewegungen stehen die associirten Bewegungen,
wegungen und Mitempfindungen, welche keine Zweckmässigkeit
sammenwirkung erkennen lassen. Die Mitbewegungen (z. B. Stirnrunzeln
ker körperlicher Anstrengung) können durch den Willen unterdrückt wer-
Mitempfindungen, wie z. B. Kitzel im Kehlkopf bei Reizung des äusseren
rgans oder umgekehrt, sind vom Willen unabhängig.

ler Empfindungs- und Bewegungsorgane im Gehirn. Leitungswege der Erregung.

e Leitung der Erregung im Gehirn und namentlich im
n mark hat man durch vielfältige Versuche, bei welchen man Verletzungen
rchschneidungen bestimmter Gehirn- und Rückenmarkspartieen vornahm
n hierauf eintretenden Erfolg beobachtete, zu erforschen gesucht. Auch
gische Beobachtungen hat man in dieser Richtung gedeutet.
ist einleuchtend, warum eine vollständige Durchschneidung des Rücken-
die untergelegenen Körperpartieen vollkommen für willkürliche Bewe-
und Empfindungen lähmt. Die Reflexe in dem abgetrennten Rücken-
icke bleiben dabei aber bestehen, und zwar zeigt es sich, dass die Reflex-
rkeit in dem von dem Willensorgane abgetrennten Theile des Rückenmarkes
ens anfänglich erhöht ist. Von der direkten Reizung des Rückenmarkes,
snahme seiner Nervenwurzeln, wurde behauptet, dass dadurch weder Be-
g noch Empfindung vermittelt werden können Da man unter allen Um-
i sah, dass diese für direkte Reize unempfindlich scheinenden Rücken-
artieen trotzdem die Vorgänge der Empfindung und Bewegung im Nerven
so schien es nöthig, die Funktionen der Erregbarkeit von der Leitungs-
it für die centralen Nervenfasern zu trennen. Die Nerven, welche moto-
Erregung leiten, aber nicht direkt zu motorischen Effekten durch die äusse-
venreize zu erregen sind, bezeichnete man als kinesodische, die sen-
Leitungsfasern als aesthesodische. Neuere Untersuchungen (Fick und
R) sprechen aber für eine direkte Reizbarkeit der Vorder- und Hinterstränge.
e Erfahrung, dass das Centralorgan der Empfindung, das Gehirn wenig-
n der Oberfläche der grossen Hemisphären unempfindlich sei, ist eines der
i Vivisektionsergebnisse, welches bei Kopfverletzungen, die das Schädel-
urchdrangen und das Gehirn blosslegten, stets bestätigt werden konnte.
ppokratische Schule liess sich sogar durch den missverstandenen Augen-
an der dem natürlichen Gefühle so naheliegenden Ansicht von der Bedeu-
es Gehirnes — Hauptes — als Centrum der Bewegung und Empfindung,
von den meisten alten Philosophen gelehrt worden war, ganz irre machen.
ah in dem Gehirne Nichts als einen weissen schwammartigen, drüsigen
— es wird in den Hippokratischen Schriften unter den Drüsen ab-

gehandelt —, und glaubte es dazu bestimmt, die Feuchtigkeit des
zu ziehen. Wie kann, sagt selbst ARISTOTELES in seinem Buche
der Thiere, das Gehirn der Sitz der empfindenden Seele sein, da es
meinschaft hat mit den Theilen, welche empfinden (dies waren
artigen), und da es selber, wenn es berührt wird, kein Gefühl zeigt.
stammt von ARISTOTELES die Angabe, dass der Mensch unter allen
grösste Gehirn habe.

Neuere Versuche haben gezeigt, dass nicht alle Theile des
empfindlich sind. Legt man einzelne Hirnpartieen bloss und
hält man von manchen Schmerzäusserungen, welche auf Anwesenheit
vermittelnden Organen oder Leitungsvorrichtungen zu solchen
Schmerz erregt die Reizung des Bodens des vierten Ventrikels, des
Marks, der Grosshirnschenkel, der Vierhügel, der zur Brücke gehen
des kleinen Gehirnes. Die Zahl dieser Organe ist vielleicht noch
Medicin hat viele Fälle gesammelt, in welchen Gefühllosigkeit an
täten beobachtet worden ist, nach krankhafter Zerstörung der Streif
hügel und der nächst angrenzenden Partieen. — Die Centren der
dungen sind physiologisch ziemlich unbekannt.

Die physiologischen Centren für die Vermittelung scheinbar
wandter Empfindungen und Bewegungen sind offenbar im Gehirn
nachbarliche Leitungswege geknüpft. Die aus der Pathologie bek
tiellen Empfindungslähmungen liefern dafür Beweise. Es
eine centrale Ursache die Fähigkeit zur Vermittelung des Gemeingef
Körperseite vernichtet sein, ohne dass das Tastgefühl gelitten hat.
fahrungen hat man von Apoplexieen und von Bleilähmungen. Auch in
und) Chloroformnarkose geht das Gefühl für Schmerz frühzeitiger
Tastgefühl. Nach Selbstbeobachtung scheint mir überhaupt die
sensiblen Nerven, auf starke Reize zu antworten, in diesem Fall
sein, während die Fähigkeit zur Aufnahme schwacher Reize
Nicht nur bleibt das Gefühl für Berührung, sondern auch das Ohr beh
keit, schwache Geräusche, schwache Klänge zu vernehmen: das
chen, das Klirren der Sperrkette eines vorüberfahrenden Lastwage
nommen.

Die willkürliche, durch Koncentration der Gedanken erfolgende
mung, von der oben die Rede war, muss wohl ihr Organ im Gehirne
Nachempfindungen, Mitempfindungen etc. ebenfalls wenigstens zum
Theil beruhen sie sicher auf dauernden Veränderungen der reizempfin
pherischen Organe, die durch den Reiz, dessen Dauer und Intensit
empfindungen in ihrer Stärke und Dauer bedingt, stärker verändert
ein psychischer Vorgang bei den Nachwirkungen mit im Spiele ist,
starken Nachempfindungen hervor, die uns gefährliche oder Ekel
rührungen hinterlassen.

Viele Empfindungen verknüpfen sich mit Bewegungen und erst
der beiden kommt uns zur Vorstellung, wie sich z. B. aus der
Auges vielfältig ergiebt, z. B. die Vorstellung der Grösse, Entfernung
gesehenen Objekte. Dasselbe ist, wie wir wissen, bei dem
Diese Beobachtungen sprechen für eine sehr innige Verknüpfung

cher Centren im Gehirne. E. H. Weber hat nach seinen Beobachtungen thwendigkeit betont, dass die Centren für den Tastsinn denen für die liche Bewegung der Glieder sehr nahe liegen müssen.

eitung im Rückenmarke. Nach den Beobachtungen von Schiff leitet ne Substanz des Rückenmarkes sowohl für Empfindung als Bewegung und ach allen Richtungen, sodass partielle Durchschneidungen derselben die g nicht stören. Nach halbseitigen Durchschneidungen des Rückenmarkes das Gefühl auf der gesunden Seite unterhalb des Schnittes ab, auf der chnittenen Seite findet sich dagegen unter dem Schnitte sogar eine beträcht- Steigerung der Empfindlichkeit. Auch die coordinirten Bewegungen und e scheinen meist nicht wesentlich gestört, manchmal mehr auf der gesunden ls auf der durchschnittenen. Man hat aus diesen Beobachtungen eine Kreu- der Rückenmarksfasern abgeleitet (cf. unten). Gänzliche Durch- dung der grauen Masse soll die Leitung des Schmerzgefühles aufhören n, obwohl die Erregung durch Tastempfindungen noch ungestört fortbesteht. issen Stränge des Rückenmarkes sind in ihrer Leitungsfähigkeit verschieden. nterstränge stehen der sensiblen, die Vorderstränge der motorischen Lei- or. Das Leitungsvermögen der seitlichen Stränge des Rückenmarkes ist ein chtes.

ach den Untersuchungen Setschenow's scheinen wir die Annahme des all- n Leitungsvermögens der grauen Substanz wenigstens für das Froschrücken- modificiren zu müssen. Er zeigte nämlich vor allem, dass der eben ange- e Erfolg der halbseitigen Rückenmarksdurchschneidung am normalen Frosche anz anders gestalte am geköpften Thiere, an welchem nach der Theorie s die Verhältnisse die gleichen sein sollten. Die Verhältnisse gestalten sich ihm verschieden, je nach dem Orte, an welchem man das Gehirn vom nmarke abtrennt. Schneidet man gleich unterhalb der Rautengrube durch, r Grenze zwischen verlängertem Marke und Rückenmarke, so verschwindet higkeit der Reflexverbreitung von der hinteren auf die vordere Extremität, das Rückenmark halbseitig durchschnitten ist, auf der durchschnittenen Bei Reizung der vorderen Extremitäten kommen sehr häufig auf der durch- tenen Seite Reflexbewegungen der hinteren Extremitäten zu Stande. Ganz ässig wird dieser Erfolg, wenn man etwa in der Mitte der Rautengrube, twas höher den köpfenden Schnitt führt. Geht man mit dem Köpfen noch höher zwischen Vierhügel und kleines Gehirn, so hindert die halbseitige nmarksdurchschneidung die allseitige Ausbreitung der Reflexe nicht mehr. umschliessen die zwei Querschnitte, welche das verlängerte Mark und das Gehirn in sich fassen, die unteren Grenzbezirke, wohin die von hinten nach sich fortpflanzende sensitive Erregung bei Fröschen mit halbseitig durch- tenem Rückenmarke gelangen muss, um von hier aus auf die motorischen n aller vier Extremitäten übertragen zu werden.

s ist dieselbe Hirnschicht, welche auch die Koordinationscentren ier Extremitäten in sich einschliesst (cf. oben). Diese Thatsachen zeigen uns, ch für das Zustandekommen der koordinirten Bewegungen Centralorgane exi- sodass wir uns denken können, dass durch einen einfachen Willensantrieb treffende Organ der Bewegung in Thätigkeit versetzt werden kann, ohne villkürlich jeder einzelne der betheiligten Muskeln zur Kontraktion angeregt

s Gehirnes ebenso wichtig sind für die willkürliche Bewegung. Die Ge-
nungen in Folge der Zerstörung derselben sind stets mit mehr oder weniger
eiteten Bewegungslähmungen derselben Theile des Körpers verknüpft.
nentelle Verletzung einzelner Gehirntheile bei Thieren führen zu den schon
wähnten eigenthümlichen Zwangsbewegungen der verletzten Thiere.

oben erwähnte Kreuzung der Rückenmarksnerven stützt sich auf ana-
he und physiologische Beobachtungen (cf. unten über den Bau des Rückenmarks).
n spricht ihr Gesetz folgendermaassen aus: die willkürlich motorischen und bewuss-
nsitiven Vorgänge verbleiben während ihres Verlaufs nicht sämmtlich auf der Seite,
lcher sie erregt wurden, sondern sie überschreiten an irgend welchen Stellen die von
nach hinten durch die Mitte des Rückenmarks gelegt gedachte Ebene (van Deen,
-Sequard, Türk, v. Bezold u. A.). Die oben angeführten Versuchsergebnisse, dass
albseitiger Rückenmarksdurchschneidung auf der verletzten Seite in Theilen, deren
wurzeln nicht zu nahe am Schnitt entspringen, noch willkürliche Bewegung und Ge-
enig oder nicht beeinträchtigt existiren, beweisen, dass mögliche Leitungswege der
dung und Bewegung von der einen Rückenmarkshälfte unter- und oberhalb der an-
n Schnittwunde auf die verletzte Seite herüberführen. Es kann daraus aber keines-
ehauptet werden, dass alle nervösen Leitungsbahnen im Rückenmark sich kreuzen.
nn das Rückenmark bei Fröschen der Länge nach theilen, wobei die Kommissuren
ch gänzlich zerstört werden, ohne dass merkliche Lähmung der Glieder beobachtet
Offenbar giebt es sonach Leitungsbahnen, welche auf derselben Rückenmarkshälfte
r Peripherie bis zum Gehirn verlaufen, andererseits findet sich Kreuzung eines Thei-
Bahnen, und zwar sowohl in der weissen als in der grauen Substanz, welche, wie
ten sehen werden, äusserst zahlreiche und verschieden gerichtete nervöse Verbin-
n zwischen den Elementen des Rückenmarks herstellt. Damit stimmen auch die Er-
se der Reflexversuche gut überein. Der Einfluss der Beobachtungen Setschenow's u. A.
Lehre von der Kreuzung der Rückenmarksfasern ergiebt sich aus dem oben Gesagten.
jetzigen Beobachtungen über die Leitungswege im Rückenmark bieten offenbar nur
tücke des wahren Sachverhaltes dar.

Chemische Lebensbedingungen der nervösen Centren.

nervösen Centralorgane stehen unter denselben Einflüssen chemischer Lebensbe-
gen wie die übrigen Organe. Ihre normale Funktionsfähigkeit ist zunächst gebunden
e genügende Aufnahme von Sauerstoff und Abfuhr und Neutralisation der Zersetzungs-
te des Gewebes, vor allem der Kohlensäure und der bei der Thätigkeit der nervösen
lorgane sich in grösseren Mengen bildenden fixen Säure. Die allgemeineren chemi-
Lebensverhältnisse des Nervengewebes haben schon oben S. 406 und 647 Darstellung
en. Bei den nervösen automatischen Centren wurde zunächst die Frage aufgeworfen,
innere Veränderung des Gewebes als Reiz für die automatische Erregung anzusehen
stiess uns diese Frage schon mehrmals auf, z. B. bei der Entscheidung darüber, was
z für die Athemcentren, oder für die peripherischen Centren der Darmbewegung an-
chen werden müsse. Gewöhnlich glaubte man bisher, dabei nur die Frage berück-
en zu müssen, ob die Erregung durch Sauerstoffmangel oder durch Kohlensäureanhäu-
m Blute, resp. im Gewebssafte der betreffenden Organe geschehe. Für beide An-
n lassen sich, wie wir sahen, Gründe darbringen (cf. oben S. 868). Man darf hier
icht vergessen, dass die venöse Veränderung des Blutes wie in anderen Geweben, so
im Gehirn nicht nur in einer Verarmung an Sauerstoff und einer Bereicherung an
nsäure besteht, es mischen sich auch andere Gewebsschlacken dem Blute bei, die sich
Theil nicht indifferent für die Centralorgane erweisen. Ob die Kohlensäure überhaupt
rvöser Reiz aufgefasst werden darf, machen meine direkt darauf gerichteten Versuche

ziemlich unwahrscheinlich. Kohlensäure scheint nach meinen Beobachtungen
Ammoniak, die einzige direkt im Stoffwechsel entstehende Substanz, welche
centren (Ganglienzellen), als Nervenfasern in ihrer normalen Erregbarkeit
herabsetzt und die der ersteren sehr bald vernichtet. Als direkten Reiz
an andere Stoffwechselprodukte zu denken haben, und es wurde schon
Thätigkeit in den Centralorganen entstehende **fixe Säure** als Reiz
zellen resp. ihre Fasern hingewiesen.

Ich habe einige der gewöhnlichen Stoffwechselprodukte auf ihre Einwirk
vösen Centralorgane untersucht, und sie lassen ganz eigenthümliche, specifis
erkennen. Spritzt man verdünnte Lösungen von Traubenzucker, Harnstoff
in 0,7% Kochsalzlösung in die Blutgefässe eines lebenden Frosches ein, so zeig
rischen Nerven und die Muskeln kaum eine Alteration ihrer normalen Leben
Dasselbe ist von den nervösen Centralorganen bei Einspritzung der Zucker
Dagegen zeigen Harnstoff und Hippursäure, aber in verschiedener Weise, d
kung auf gewisse nervöse Centren. Bei Einspritzung der Lösungen von Harns
säure sehen wir bei sonst normalen Fröschen die **Reflexe** verschwinden. Sc
rasch das Rückenmark durch, so kehren die Reflexe für den Rumpf zurü
schiedene Durchschneidungsversuche konnte ich die Wirkung des Harnst
pursäure als lokalisirt auf das SETSCHENOW'sche Reflexhemmungscentru
Spritzt man die Lösung der beiden Stoffe enthirnten Thieren ein, so verhal
kommen indifferent, die Muskel- und Nervenerregbarkeit, die Reflexerre
keine bemerklichen Aenderungen. Hat man dagegen die Einspritzung bei
versehrten nervösen Centralorganen gemacht, so geht, und zwar bei Harn
bei Hippursäure, die Reizung des Reflexhemmungscentrums in eine Lähmung
Reflexmechanismen des Rückenmarks über, sodass dann nach Durchschn
marks die Reflexe nicht wieder eintreten, obwohl Muskeln und Nervenstäm
Rückenmark auf mechanischen Reiz) noch vollkommen erregbar bleiben.
bei der Hippursäure auch eine direkte Einwirkung auf die Reflexmechanism
mark; sie hebt die durch eine vorausgegangene sensible Einwirkung in den
gesetzte Reflexreizung auf, ohne ihre Reflexerregbarkeit selbst merklich zu

Kalisalze, Kohlensäure (?), gallensaueres Natron wirken, wie es scheint,
regend auf das Reflexhemmungscentrum, führen aber sehr rasch eine Lä
pherischen Reflexmechanismen und des ganzen Rückenmarks herbei, wie sie
und die Erregbarkeit herabsetzend auch auf die peripherischen Nerven und

Die Reihe der untersuchten Stoffe ist noch gering, doch geht scho
beobachteten Wirkungen derselben hervor, dass der Organismus sich selbst
schiedensten Art producirt, dass eine Reihe von Lebenserscheinungen, eine
änderungen der Funktionen, z. B. von Hemmungsvorrichtungen auch der ne
organe, auf einfachen, chemischen Veränderungen des Inhalts ihrer Zellen
würdiger Weise verhalten sich Stoffe (z. B. Harnstoff, Hippursäure) gegen al
indifferent, mit Ausnahme einer einzigen Zellengruppe im Gehirn (Reflexhemm
von wo aus sie aber ihre Einwirkung auch auf andere Organe (z. B. periph
mechanismen) entfalten können. Eine chemische Ursache, die nur auf ein e
tes Organ einwirkt, kann somit der Grund für Umänderungen der Lebenser
ganzen Reihe anderer Organe werden.

**Ueber den Wechsel der chemischen Vorgänge in den nervö
organen bei Ruhe und Thätigkeit** liegen bis jetzt zwei bemerkenswerth
Bei andauerndem Reizungszustande nehmen dieselben eine **sauere Reakt**
fixen Säure an, während sie im Zustande der Ruhe **neutral** (schwach alkal
(FUNKE, J. RANKE). Weiter beobachtete ich, dass bei Fröschen durch andauernd
Gesammtwassergehalt der nervösen Centralorgane **abnimmt**. Der Gr
darin, dass normal wenigstens die graue Nervenmasse wasserreicher ist als d

‚lich durch die bei der Thätigkeit des Organes sich ausbildende sauere Reaktion das ionsvermögen der grauen Masse gesteigert (S. 117), so dringen aus dem koncentrirteren ach dem Gesetz der Osmose feste Stoffe in die graue Substanz ein und man beobachn eine annähernde Ausgleichung im Wassergehalt zwischen Blut und grauer Gehirnaz. Bei den Diffusionsvorgängen wechseln vor allem die krystallisirbaren Substanzen scher und anorganischer Natur ihren Ort; es müssen also aus dem Blute vor allem ystallisirbaren Zersetzungsprodukte der Gewebe in die graue Gehirnmasse eindringen erden hier die ihnen zukommenden, zum Theil oben beschriebenen, Wirkungen ent-

Bei einem krankhaft (im Fieber) oder durch übermässiges Essen oder aufreibende thätigkeit vermehrten Gehalte des Blutes an Harnstoff, Hippursäure, gallensaueren (Icterus) und vor allem an Kohlensäure und phosphorsauerem Kali, einem Hauptechselprodukt der Gewebe, werden diese Stoffe ihre physiologische Wirkung auf die en Centralorgane entfalten müssen. Die bei den genannten Zuständen bekannten Alten in der Funktion nervöser Centralorgane erklären sich schon jetzt zum Theil aus der enheit dieser Stoffe in den nervösen Geweben. Die krankhaften Erregbarkeitsaderungen der nervösen Centralorgane im Allgemeinen erklären sich zum wie die physiologischen theils aus dem Auftreten einer fixen Säure, welche in geringen ltäten die Erregbarkeit vermehrt [auch durch Einwirkung auf die elektromotorischen der betreffenden Gewebe (S. 865)], bei gesteigerter Anhäufung aber lähmend wirkt. Veränderung des Wassergehaltes, sowohl Ab- als Zunahme, jede mechanische die meisten chemischen Alterationen wirken ganz in dem gleichen Sinne, erhöhen die Erregbarkeit und schwächen, resp. vernichten sie in der Folge. Der ärztlichen ung steht zur näheren Feststellung dieser Verhältnisse noch ein reiches Gebiet der keit offen.

r sind noch die **Cirkulationsverhältnisse** der nervösen Centralorgane, namentlich des Ge- zu erwähnen. Die normale Thätigkeit dieser Organe ist, wie wir sahen, von dem len Fortgang der Cirkulation des Blutes in ihnen in hohem Masse abhängig. Die Folr Anämie, der venösen Stauung im Gehirn wurden oben angedeutet; gegen jede Verng des Blutdrucks, sowohl Ab- als Zunahme (Hyperämie), ist das Gehirn empfindlich. d Vorrichtungen vorhanden, den Blutdruck im Gehirn und Rückenmark hst konstant zu erhalten. Der Circulus Willisii schützt, indem sich in ihm die vier n Hirnarterien verbinden, das Gehirn vor plötzlicher Unterbrechung oder Schwächung rkulation, z. B. durch Kompression oder Verschluss eines der zuführenden Gefässe. Die lche Schilddrüse stellt (Liebermeister) ein Blutreservoir dar, welches Blutdruckerungen im Gehirne verhindert, welche vor allem beim Aufrichten aus horizontaler eintreten könnten und bei sehr raschen Stellungsveränderungen auch trotzdem ein-. Sie wirkt dabei auch als selbststeuerndes Ventil für die Blutzufuhr; indem sie bei rer Blutkongestion gegen den Kopf anschwillt, komprimirt sie mehr und mehr die Car-, und kann sie unter Umständen, z. B. bei sehr gesteigerter Muskelanstrengung sogar machen (Guyon, Maignien). Den gewöhnlichen vom Herzen und der Athmung auslen Druckschwankungen scheinen die Gehirngefässe der Erwachsenen normal nicht egen zu können. Ihnen entsprechend sehen wir aber das bekannte Pulsiren des Gebei Kindern mit offenen Fontanellen, dasselbe tritt nach Abfluss der Cerebrospinalkeit oder Trepanation des Schädels bei Erwachsenen ein. Das Gehirn füllt mit dem · cerebrospinalis die Schädelkapsel vollkommen aus, sodass, da diese Substanzen so e inkompressibel sind, normal keine Bewegungen möglich scheinen.

laf. — In den physischen Centralorganen bildet sich durch Uebermüdung endlich unstehlich der Zustand des Schlafes aus, durch ein Aufhören oder eine sehr bedeu- Minderung der Seelenaktionen charakterisirt. Die letzte Ursache des Schlafs ist noch annt. Man spricht gewöhnlich von einer stärkeren Venosität des Blutes. Dass s mit chemischen Einwirkungen zu thun haben, beweist, wie es scheint, der Eintritt

des Schlafes bei künstlicher chemischer Veränderung des Blutes, z. B. durch Alkoholeinführung. Automatische und reflektorische Thätigkeiten haben in ... Fortgang. Der Stoffwechsel scheint etwas vermindert.

Die Nerven und der Bau der nervösen Centralorgane.

Wir haben bisher das mitgetheilt, was wir durch das physiologische ... ment über die nervösen Centralorgane erfahren haben. Wir haben jetzt ... wichtige Frage aufzuwerfen und uns zu beantworten, inwiefern die ... Forschung die physiologischen Resultate ergänzt oder bestätigt. Wir ha... zunächst zu bekennen, dass über die Struktur der Nervencentren ... fragmentarische Ergebnisse gewonnen werden konnten. In Beziehung ... tomische Einzelheiten, besonders des Gehirns muss auf die Lehrbücher ... tomie (Meynert) verwiesen werden. Die physiologisch-anatomischen Er... über den Zusammenhang der Nervenfasern und Ganglienzellen, sowie ... Faserverlauf im Rückenmark, welche in der neuen Zeit bedeutende F... aufweisen, werden wir dagegen hier eingehender zu besprechen haben.

Neuroglia. In den nervösen Centralorganen werden die Nerven... Fasern getragen durch eine zarte, spongiöse Bindesubstanz. Die ... der Bindesubstanz in den nervösen Centralorganen ist darum so wichtig ... allen Fragen über den Bau des Rückenmarkes zuerst die Vorfrage gelöst ... was ist in den nervösen Centralorganen als eigentlich nervös aufzuf... nicht. Das Bindegewebe der weissen Substanz des Rückenmarks, ... (Gerlach) haben wir uns als ein spongiöses Netzwerk breiterer und fei... chen zu denken, in dessen Maschen die Nervenfasern eingelagert sind. ... chen hängen mit einer die weisse Masse des Rückenmarks umlagern... gewebsschichte, Rindenschichte (Bidder) mit meist cirkulär verlaufend... zusammen, welche auch, aber ziemlich locker, mit der Pia mater ver... Die Rindenschichte, sowie die Mitte der von derselben abgehenden Bal... den Bau eines zarten, gewöhnlichen fibrillären Bindegewebes, einzelne ... Fasern finden sich eingelagert, sowie zellige Elemente mit deutlichen ... zuweilen verzweigten Ausläufern. An den äusseren Grenzen der B... unmittelbarer Nähe der spongiösen Lücken findet sich eine feinkörnige ... Walther strukturlose Substanz, modificirtes Bindegewebe, welche sich ... die in den Lücken des Balkennetzes meist vertikal verlaufenden N... einschiebt und dieselben gleichsam mit Scheiden umgiebt. In der Gru... verlaufen nach allen Richtungen ausserordentlich feine elastische ... welche sich netzartig durch einander schieben. Auch diese eigent... roglia schliesst Zellen ein, die an verschiedenen Stellen verschi... liegen. Sie zeigen alle Uebergänge von festen protoplasmalosen Zellkern... reichlich verästelten Bindegewebszelle. Die Hinterstränge des Rücken... etwas reicher an Bindegewebe als die sich hierin ziemlich gleich ... Vorder- und Seitenstränge, welche letztere nur da, wo sie an die grau... angrenzen, etwas mehr davon erkennen lassen. Die Neuroglia de... Rückenmarksmasse hängt mit der der weissen kontinuirlich zus... zeigt im Allgemeinen das zuletzt zweitgeschilderte Verhalten. Die ... ihrer Zellen sollen mit fadenförmigen Ausläufern der Epithelzellen d...

zusammenhängen (BIDDER, KUPFER, CLARKE u. A). Auch im Gehirn zeigt desubstanzgerüste eine analoge Anordnung und Bau wie im Rückenmark. ästelten Zellen der Bindesubstanz der nervösen Centralorgane haben oft ssung zu Verwechselungen mit Nervenzellen gegeben.

ch O. DEITERS wären nur diejenigen Zellen als eigentlich nervös anzusehen, mit unzweifelhaften Nervenfasern zusammenhängen. Doch neigt sich DEI- zu, die bindegewebigen Elemente nicht so absolut von den nervösen zu , als wäre dadurch, dass man ein Gebilde für Bindesubstanz erklärt, sein er Zusammenhang mit den nervösen Funktionen des Organes schon abge- n. Erinnern wir uns nur daran, dass bei den äusseren Sinnesapparaten Endorgane der Nerven Gebilde finden, welche wie die Stäbchen und der Retina, die CORTI'schen Fasern der Schnecke auch als offenbar nicht rvöser Natur betrachtet werden müssen. Die Untersuchungen der Binde- z der Centralorgane ist noch zu wenig vollständig, als dass wir schon it aller Sicherheit die vollkommene Abwesenheit ähnlicher, in ihnen ge- , innerer centraler Sinnesapparate behaupten könnten.

die Neuroglia sind die unzweifelhaft nervösen Elemente der Centralorgane gert, die Nervenfasern und Nervenzellen.

e Nervenfasern. Die einfachste Form aller im Organismus sich findenden fasern (M. SCHULTZE) stellen die Nervenprimitivfibrillen dar, es sind messbar feine Fäserchen, welche massenhaft in den Centralorganen und in he der peripherischen Enden der Nerven vorkommen, eine innere Struktur ihnen nicht mehr nachzuweisen, sie gehen direkt aus dickeren Nervenfasern . In den Centralorganen findet sich sehr verbreitet eine zweite Faserart, sich von der ersten wesentlich durch grössere Dicke unterscheidet: die nnten nackten Axencylinder, nach M. SCHULTZE: Primitivfibril- ndel. Chemisch weisen sie einen Gehalt an Eiweissstoffen auf, mikro- h eine Zusammensetzung aus Primitivfibrillen, verbunden durch eine Zwischenmaterie. Am deutlichsten zeigt sich diese Struktur an den dicken lten Fortsätzen grösserer centraler Ganglienzellen und an deren Axen- rfortsätzen. Sowohl die einzelnen Primitivfibrillen, wie die Fibrillenbün- nen eine Markscheide auf ihrer Oberfläche erhalten (S. 37), wodurch wieder formen, sogenannte dunkelrandige Nerven, gebildet werden. Das n mark, im Leben homogen und fast flüssig, gerinnt nach dem Tode zu einer trüben Masse. Den centralen Nervenfasern ersetzt die Neuroglia (GERLACH) ngel einer gesonderten Hülle, bei den markhaltigen Nervenfasern der peri- hen Nerven findet sich dagegen, mit einziger Ausnahme vielleicht des Ner- ticus und acusticus, ausserhalb der Markscheide noch eine bindegewebige die SCHWANN'sche Scheide, das Neurilemma, entweder strukturlos, gelagerten Kernen, dem Sarcolemma der Muskelfasern entsprechend, oder hreren Schichten faserigen Bindegewebes zusammengesetzt (Fig. 247). Inner- er Markscheide zeigt sich bei den dunkelrandigen Nerven als Axencylin- ntweder eine einzelne Nervenfibrille oder ein Fibrillenbündel. Die Dicke der ylinder kann sonach sehr verschieden sein, ebenso schwankt die Dicke der randigen Nervenfasern im Ganzen sehr bedeutend. Eine weitere Art von peri- chen Nerven besitzt Axencylinder und SCHWANN'sche Scheide, aber keine Mark- e. Hierher gehören sämmtliche Verzweigungen des Olfaktorius in der Nasen-

schleimhaut der Wirbelthiere, auch im Sympathikus finden sie sich häufig, Eingeweideästen wiegen sie meist vor, man bezeichnet sie als Remak'sche

Wir unterscheiden sonach mit M. Schultze folgende 6 Arten der Nervenfasern:

1) Nackte Primitivfibrillen, 2) nackte Primitivfibrillenbündel, 3) fibrillen mit Markscheide, 4) Primitivfibrillenbündel mit Markscheide, 5) fibrillenbündel nur mit Schwann'scher Scheide (Remak's marklose Nervenfasern im Sympathikus, Olfaktorius u meisten wirbellosen Thieren), 6) Primitivfibrillenbündel scheide und Schwann'scher Scheide (die dunkelrandig fasern, die Hauptmasse der cerebrospinalen Nerven).

Fig. 247.



Breite markhaltige Nervenfaser frisch aus dem Gehirn des Zitterrochen, in deren Innerm sich die Struktur des Axencylinders erkennen lässt.

Theilung der Nervenfasern. Sehr gewöhn sich die Nervenfasern in der Nähe ihres peripherische tralen Endes, in den Nervenstämmen ist die Theilung Ausnahme der Primitivfibrillen, der letzten Elemente d fasern, kann die Theilung alle Gattungen von Nervenfa Die Ausläufer vieler multipolaren Ganglienzellen erschei theilte und verästelte Primitivfibrillenbündel, auch di Fasern des Olfaktorius zeigen vielfältige Theilungen. A testen war bisher die Theilung der markhaltigen Faser senden die Zweige entweder dichotomisch oder als e (Nervenendbusch bei den Muskelnerven) von wied randigen Nervenfasern, alle Bestandtheile der Nervenfaser auf ihre Zweige fort. An der Theilungsstelle selbst is Nervenmark vermindert, der Nerve erscheint daher schnürt, an den Zweigen tritt das Mark wieder mächtiger Theilung der fibrillären Axencylinder be einer allmählich fortschreitenden Isolation zusammensetzenden Primitivfibrillen. Die sche Scheide schwindet an den peripherischen Endaus der Nerven, meist vorher schon die Markscheide, und die der zerspalten sich in der Mehrzahl der Fälle endlich in ihre nun selbständig verlaufenden Primitivfibrillen (M. Schultz sich, wie wir gesehen haben, jede einzelne meist mit sonderen Endapparat verbinden. In manchen Fälle den Muskelnerven) scheint bis jetzt dagegen der Axencylinder noch dickes Bündel zu endigen.

Die Nervenzellen haben wir, wie die Nervenfasern, bei der allgem stellung der Gewebszellen schon besprochen (S. 35, Fig. 40). Hier noch Einiges speciell nachzutragen, was dort nicht Erwähnung finden

Der Körper der meisten Ganglienzellen des Rückenmarks a. a. O. erwähnt, (über die Zellen der peripherischen Ganglien, cf. b thikus) in eine mehr oder weniger grosse Zahl von Fortsätzen aus, w mannichfach in langen Zügen und oft wiederholten Theilungen veräst welche sich das Protoplasma ohne Unterbrechung direkt hinein verfolgen lösen sich zuletzt in unmessbar feine Fäserchen auf. Deiters nennt d sätze: Protoplasmafortsätze, M. Schultze verästelte Fortsät

x zeichnet sich ein einzelner, r unverästelter Fortsatz aus, ntweder von dem Körper der oder seltener von der Wurzel der grösseren Protoplasma- tze entspringt: Nervenfa- oder Axencylinderfort- , in seinem weiteren Verlauf ebt er sich mit einer Mark- de. Er findet sich nicht nur an rossen, sondern auch an den en Ganglienzellen des Rücken- s, in der Olive, der Brücke, an Zellen des grossen Ge- es. Deiters beschreibt, wie vielen Protoplasmafortsätzen erer und kleinerer Zellen eine hl sehr feiner, leicht zerstör- Fasern abgehen. Er hält sie ervenfibrillen, mit denen sie hen und physikalisch-chemi- Verhalten gemein haben. Sie teln sich noch zuweilen. An n konnte im weiteren Ver- eine dunkelrandige ur, die sie als feinste haltige Nervenfasern charak- t, erkannt werden.

So erscheinen denn diese ienzellen als Centralpunkte zwei Systeme echter enfasern, einer meist ren, immer einfachen und heilten Faser (Fibrillenbün- und eines zweiten Systemes er Fäserchen, die aus den plasmafortsätzen hervor- .

Das Protoplasma der Gan- zellen (M. Schultze) erscheint er ganzen Dicke der Zellen rnig und fibrillär (Fig. Der Axencylinderfortsatz ebenfalls eine fibrilläre Struk- uch die Protoplasmafortsätze hen aus Fibrillen, doch ist nen die interfibrilläre kör-

Fig. 248.



Eine der mittelgrossen Ganglienzellen aus dem vorderen Horn des Rückenmarkes vom Kalb bei 600facher Vergrösserung nach kurzer Maceration in Jodserum isolirt. Die Fortsätze sind zum Theil kurz abgerissen, wie die drei unteren mit b bezeichneten; a Axencylinderfortsatz.

nige Masse stärker vertreten. Die Fibrillen der Fortsätze stehen mit den des Zellenprotoplasmas in direktem Zusammenhang. Die fibrilläre Str Zellensubstanz zeigt sich am deutlichsten in der Rinde der Ganglienzelle um den Kern scheint nur feinkörnige Masse zu liegen. Der Verlauf de innerhalb der Ganglienzellen ist sehr verwickelt. Von jedem Fortsatz sie divergirend ein und bilden ein Gewirr sich unregelmässig durch Fäserchen (Fig. 248) Bei der Beobachtung der grossen Zellen aus d des Zitterrochens wurde es M. SCHULTZE wahrscheinlich, dass die ganze masse, welche die Ganglienzellen aufbaut, dieselbe nun durchsetzt ist also die Ganglienzelle, aus welcher ein Axencylinder entspringt, das Anfangsorgan desselben, als ihm die ihn zusammensetzenden F dem Wege der verästelten Fortsätze der Ganglienzellen zugeführt w Fibrillen, welche man die Ganglienzelle durchziehen sieht, würden Annahme in der Zelle nicht (wenigstens nicht der Mehrzahl nach) ihre nehmen, sondern in derselben nur eine Umlagerung erfahren zur setzung des Axencylinderfortsatzes und Ueberleitung in andere verä plasmafortsätze.

Die Ganglienzellen des Gehirnes ordnen sich dem eben Schema nicht einfach unter. An den Ursprungsstellen der Hirnnerve TERS den Rückenmarkszellen vollkommen entsprechende Formen. grossen Anzahl von Ganglienzellen des Gehirnes sind aber peripheri fende Nervenfasern bekanntlich nicht direkt ableitbar, z. B. von den migen Ganglienzellen in der Rinde des kleinen Gehirnes. Nach DEITERS selben verästelte Fortsätze und einen unpaaren, der weissen Substanz Gehirnes zugerichteten Fortsatz, dieser zeigt nach GERLACH aber auch Ver sodass er dem Axencylinderfortsatz der Rückenmarksganglienzellen sprechen kann.

M. SCHULTZE und KÖLLIKER haben deutliche fibrilläre Struktur an sen Zellen und ihren Fortsätzen nachgewiesen, ebenso an den Zellen Rinde des grossen Gehirns. Nach MEYNERT und ARNDT zeigen diese kegelförmig gestalteten Zellen einen dickeren peripherischen, sich erst ästelnden Fortsatz (M. SCHULTZE), von der Spitze der Zelle ausgehen grössere Zahl verästelter Fortsätze, welche gegen die weisse Substan sind. Die Zellen des Pes hippocampi major zeigen ganz analoge Verhä SCHULTZE), GERLACH macht neuerdings, wie wir noch unten besprech auch für das Rückenmark das Vorkommen von Ganglienzellen ohne derfortsatz wahrscheinlich, er konnte einen solchen an den Zellen d schen Säulen niemals auffinden, sodass also auch im Rückenmarke sch lei verschiedene Ganglienzellenformen vorkommen, von denen die Protoplasmafortsätze besitzt.

Im Gehirne findet sich aber ausser den geschilderten grösseren, enorme Anzahl kleinerer Zellen, deren Kerne nur von wenig P umlagert wird. Zum Theil senden sie nervöse Fortsätze aus und cha sich dadurch als wahre Nervenzellen, es scheinen unter ihnen multipol lare und unipolare vorzukommen. Im kleinen Gehirne bilden sie di ihre Ausläufer sind feinste Fibrillen.

Fragen wir nach dem wahren centralen Ursprung der

len im Gehirn und Rückenmark, welche nach der gegebenen Darstellung Ganglienzellen schon fertig gebildet eintreten, so können wir nach der Hypo- M. Schultze's annehmen, dass wenigstens eine Anzahl von ihnen aus diesen n zum Theil unipolaren Ganglienzellen hervorgehen. Für einen anderen der Fibrillen wäre vielleicht noch an dem vielfach behaupteten Ursprung üsseren Ganglienzellen festzuhalten, und zwar haben wir Angaben, dass ihr les Ende in der Zellsubstanz oder im Kern oder im Kernkörperchen zu n sei. Eine dritte Fibrillengattung hat vielleicht (M. Schultze) gar kein cen- Ende im Gehirn und Rückenmark, sie entspringen an der Peripherie, durch- die Ganglienzellen und kehren auf neuen Bahnen zur Peripherie zurück. rem Wege zur Peripherie oder zum Centrum erfahren dann die Fibrillen, sie durch multipolare Ganglienzellen hindurchtreten, neue Umlagerungen nordnungen. Bipolare Ganglienzellen sind wesentlich nichts anderes als altige Anschwellungen des Axencylinders.

ie multipolare Ganglienzelle ist also nach M. Schultze ein Knotenpunkt ser aus den verschiedensten Regionen des Nervensystems stammender Ein- illen. Die Fibrillen der Protoplasmafortsätze verlaufen theils central (zur theils peripherisch (von der Zelle weg). Auf der Bahn der Protoplasma- ze verlaufen zur Zelle Fibrillen sehr verschiedener Abstammung. Eine hl aus diesen verläuft in ein Bündel zusammengefasst als Axencylinder- z zur Peripherie, die übrigen ziehen auf dem Wege der verästelten Fortsätze e noch unbekannte Wege.

irekte Kommunikation der Nervenzellen durch dickere Fasern kommen zwar zelt vor, doch immer nur selten, das physiologische Postulat des Zusammen- der Ganglienzellen unter sich, wurden, wie wir unten sehen werden, auf ndere Art gelöst.

Faserverlauf im Rückenmark. Bekanntlich sind im **Rückenmarke** die nervösen nte im Grossen so angeordnet, dass eine weisse, abgesehen vom Binde- e, aus Nervenfasern bestehende Substanz gleichsam als Rinde einen grauen nglienzellen enthaltenden Kern umkleidet, welcher, ziemlich in der Mitte Centralkanal des Rückenmarkes durchbohrt, nach vorn und hinten je zwei Fortsätze in die weisse Masse hinein sendet, die als Hörner und zwar als er- und Hinterhörner beschrieben werden (Fig. 249).

Die weisse Substanz wird in zwei seitliche Hälften getheilt, welche wieder drei Stränge gespalten werden. Die Theilung in Seitenhälften ist eine natür- sie entspricht der Fissura anterior, die das Rückenmark spaltet und in e sich ein Fortsatz der Pia mater einsenkt. Im Grunde der Spalte befindet ie sogenannte weisse oder vordere Kommissur. Die Spaltung der dadurch leten beiden Hälften in weitere Stränge: Vorderstrang, Seitenstrang, erstrang ist eine mehr künstliche. Die Entwickelungsgeschichte kennt wei Stränge, den Vorder- und Hinterstrang, der Seitenstrang gehört gröss- eils zu dem Vorderstrange. Am ganzen Halstheil der Hinterstränge finden noch zwei dunklere keilförmige Mittelstreifen: die Goll'schen Keil- nge. Die beiden Hinterstränge werden bis zum grauen Kerne herab durch gewebe und Blutgefässe von einander getrennt. Eine wahre hintere Längs- e existirt beim Menschen nur an der Lendenanschwellung und der oberen ikalgegend. Die Fasern der weissen Substanz lassen einen verschiedenen

Verlauf erkennen. Man findet **horizontal**, **senkrecht** und schief fende Fasern.

Der grösste Theil des Rückenmarkes wird von den senkrecht **Nervenfasern** gebildet. Sie verlaufen an der Oberfläche alle einander in den tieferen Schichten verflechten sie sich mehr unter einander und bi Bündel. Das quantitative Verhältniss der weissen zur grauen Substanz im mark ist ein wechselndes (Fig. 249). Die Anschwellungen des Rücken Nacken und Lendentheile kommen allein auf Rechnung der grauen Subst unverkennbar nimmt die Masse der weissen Substanz **von unten** na allmählich zu; an dem Uebergang der Rückenmarksspitze in das Fil nale fehlt die weisse Substanz fast gänzlich (Gerlach). In der weissen finden sich starke und mittelstarke Nervenfasern mit Axencylinder



Fig. 250. Querschnitt durch die untere Hälfte des Rückenmarks (nach Deiters). a Centralka anterior; c F. post.; d Vorderhorn mit de Ganglienzellen; e Hinterhorn mit klein weisse Kommissur; g Gerüstsubstanz am kanal; h hintere graue Kommissur; i vorde ren und k hintere Spinalwurzel; l vorderer, und n Hinterstrang.

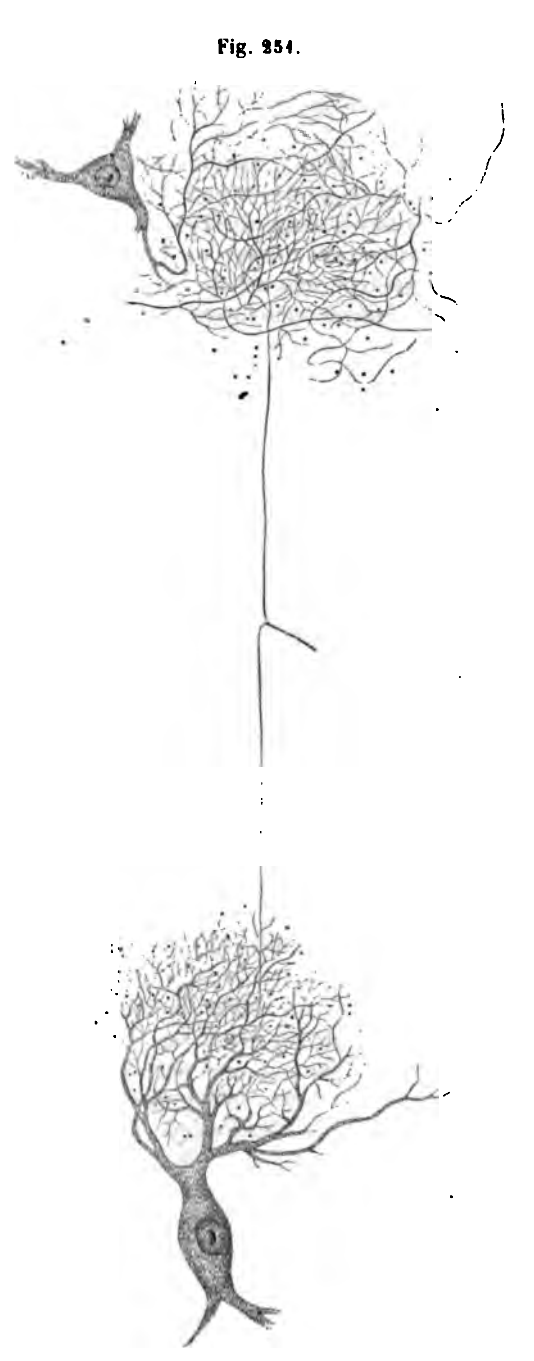
Fig. 249. Querschnitt aus verschiedenen Höhen des Rückenmarks eines halbjährigen Kindes. Vergr. 8. *A*) Aus der Mitte der Halsanschwellung. *B*) Aus der Mitte des Brusttheils. *C*) Aus der Mitte der Lendenanschwellung.

scheide, eine eigentliche Sc Scheide mangelt (cf. S. 881). D der motorischen vorderen Wu Rückenmarksnerven sind meist ter als die der hinteren sensib zeln. Ein analoger Unterschied zeigt sich zwischen den Fasern der Vord Hinterstränge des Rückenmarks.

. eigt sich eine bedeutende,
nte Verschiedenheit der Ner-
en in der grauen Substanz
ich ihrer Grösse. Die gröss-
len finden sich in den vor-
Hörnern (Fig. 250). An der
seite der vorderen Enden
interhörner findet sich im
Brusttheile des Rücken-
s ein sehr deutlich abgegrenz-
ndlicher Ganglienzellenhau-
e CLARKE'sche Säulen oder
g'sche Kerne genannt wer-
Diese Zellen sind etwas klei-
s die bisher besprochenen.
. nen sowie von den kleinen,
Nervenzellen, die sich in
rauen Masse zerstreut sehr
ich vorfinden, war oben die

ie graue Substanz enthält
den Zellen noch eine grosse
l von Nervenfasern, die nach
mindestens die Hälfte der
n Masse ausmachen, nach
en die Hauptmasse bilden.
ie Nervenfasern der grauen
sind theils nackte, theils
arkscheide versehene Axen-
, theils sind es nackte Ner-
rillen von fast unmessbarer
eit. Bemerkenswerth ist für
tärkeren Nervenfasern der
n Masse ihre sehr häufige,
er Faser wiederholt eintre-
Theilung, wodurch sie feiner
einer werden, bis aus ihnen
unmessbar feine Fibrillen
rgehen, welche zu engmaschi-
letzen zusammentreten, die
den Nervenzellen den cha-
ristischen Bestandtheil der
n Masse ausmachen (GERLACH).
kehrt kann man sehen, dass
iesem feinsten Nervenfaser-
wieder breitere Fasern her-
en, welche mit anderen zu

Fig. 251.



Eine sich theilende Nervenfaser, deren beide Aeste mit dem Nervenfasernetz, welches mit zwei Nervenzellen in Verbindung steht, zusammenhängen. Karminammoniakpräparat aus dem Rückenmark des Ochsen. Vergr. 150.

noch breiteren sich vereinigen. Diese durchsetzen die graue Masse und in die weisse Substanz der Stränge oder schliessen sich an die in den hörnern vorhandenen aus mittelbreiten Nervenfasern bestehende F an (Fig. 251). Nach Gerlach hängen diese feinsten Fasernetze m Protoplasmafortsätzen der Ganglienzellen zusammen, die sich direkt in die Fibrillen der Netze auf, welche som Vereinigung der Zellen unter einander und einer An Nervenfasern unter sich und mit den Zellen vermitteln.

Durch Gerlach wurde ein durchgreifender morphologischer Unter die physiologisch verschiedenen Gattungen von Wurzelfasern des Rück aufgefunden. Die aus den Nervenzellen der Vorder- und Hinterhörne gehenden Axencylinderfortsätze treten, wie es sehr wahr ist, alle in die vorderen, motorischen Wurzeln ein, die feinen Nervennetze der grauen Substanz hervorgehenden dicker welche durch das Netz mit den Protoplasmafortsätzen der Zellen in V stehen, treten in die hinteren, sensiblen Wurzeln ein. len, welche Axencylinderfortsätze und Protoplasmaf besitzen, hängen also auf doppelte Weise mit den nervöse rigen Elementen des Rückenmarks zusammen, erstens den Axencylinderfortsatz, welcher zum Axencylinder Wurzelfasern wird, und zweitens durch die feinsten V lungen der Protoplasmafortsätze, welche sich in das fei venfasernetz der grauen Substanz auflösen, aus welche wieder dickere Fibrillenbündel und endlich dunkel Nervenfasern hervorgehen.

Für die physiologische Auffassung von Wichtigkeit scheint auch dies erwähnte Beobachtung einer zweiten Nervenzellenart im Rü An der Mehrzahl der Zellen lässt sich, wie gesagt, der Deiters'sche Axency satz nachweisen; an den mittelgrossen Zellen der auf den Brusttheil des marks beschränkten Zellenlage der Clarke'schen Säulen findet dagegen wie in der Mehrzahl der Ganglienzellen des Gehirns, keine Axencylinder nur Protoplasmafortsätze, vielleicht finden sich auch noch an anderen Rückenmarks solche Zellen zweiter Art eingestreut. Von diesen beiden logisch verschiedenen Arten von Nervenzellen hängen sonach die einen den vorderen Wurzeln und mit dem Nervenfasernetze der grauen Sub sammen, die anderen stehen direkt nur mit dem letzteren in Verbindu hat früher auf die Unterschiede in der Grösse und Lage der Zellen in deren und hinteren Strängen eine Theorie über die verschiedene phys Bedeutung der Zellen gründen wollen; Jacubowitzsch erklärte die gros der Vorderhörner für motorische, die kleinen der Hinterhörner für sens venzellen. Nach den Angaben Gerlach's sehen wir die Axencylinderfor Zellen, sowohl der Hinter- als der Vorderhörner, nur in die vorderen eintreten, und er bemerkt mit Recht, dass die Unterscheidung in sen motorische Zellen im Rückenmarke der allbekannten Thatsache widersp in dem von der Medulla oblongata getrennten Rückenmark weder die B zum Zustandekommen von willkürlicher Bewegung noch von wahrer Em vorhanden sind. Das Rückenmark zeigt, wie wir sahen, nur reflekt

utomatische Thätigkeiten, und wir dürfen wohl vermuthen, dass an je er beiden morphologisch verschiedenen Zellenarten eine der beiden phychen Funktionen geknüpft sei. Die wichtigere Reflexthätigkeit dürfen wir len weit zahlreicher vertretenen Zellen erster Art zutheilen, für die autoe Thätigkeit würden dann die Zellen ohne Axencylinderfortsatz nur mit asmafortsätzen bleiben. Im Centrum der Nervennetze gelegen, erscheinen onders geeignet in ihnen irgendwie entstandene Reizzustände auf Nachbarzu übertragen, während zur Hervorrufung von Reflexbewegungen nach eorie M. SCHULTZE's die aus den sensiblen Wurzeln dem Nervenfasernetz iteten Reizzustände durch die Zellen mit Axencylinderfortsätzen auf die schen Wurzeln direkt übertragen werden.

n mittleren Theil der grauen Rückenmarkssubstanz (GERLACH) etwas nach vorne findet der von Cylinderepithel ausgekleidete Centralkanal, der nur bei jugendlichen Personen offen und mit Liquor cerebrospinalis erfüllt Er ist zunächst von einer ziemlich nervenfreien, faserig-körnigen Bindesubstanz umet, in welche die Flimmerzellen fadenförmige nge senden. Vor dieser Lage von Bindesub(Ependyma des Centralkanals) unmittelbar r den sich kreuzenden Fasern der weissen missur, zeigen sich die vorderen zur n Substanz gehörenden Kommissurfasern, e wie die der hinteren Kommissur die bei-Rückenmarkshälften verbinden, vorn bleibt kein Platz für das feine Nervenfasernetz, es sich rechts und links, sowie hinter dem alkanal ausbreitet. Nach rückwärts schliesich die Fasern der hinteren grauen Kom ur an, welche gleichsam den Boden des Sulung. post. bilden, und seitlich an die Hinterge grenzen (Fig. 252). Nach BROWN-SEQUARD's Experimentalergebnissen (cf. oben) scheinen querlaufenden Fasern der hinteren grauen missur mit Hirnorganen, welche Empfindung itteln, in Verbindung zu stehen, während die kreuzenden Fasern der vorderen weissen missur mit Organen der willkürlichen Bewe-g im Gehirn sich verbinden.

Fig. 252.



Mediale Partie des Rückenmarksquerschnittes eines halbjährigen Kindes aus dem unteren Nackentheil mit Goldchloridkalium behandelt. Vergr. 50. *aa*) Vorderstränge. *bb*) Hinterstränge. *c*) Centralkanal. *d*) Kontour das Epithel des Centralkanals andeutend. *e*) Bindesubstanz in der Umgebung des Centralkanals. *f*) Nervenfasernetz um den Centralkanal. *g*) Hintere Querfasern der grauen Kommissur. *h*) Vordere Querfasern der grauen Kommissur. *i*) Kreuzung in der vorderen weissen Kommissur.

n den Vorderhörnern unterscheidet man im ken- und Lendentheil des Rückenmarks drei ppen von Nervenzellen, eine mediale, ere und laterale, letztere ist die grösste. In grauen Mittelpartie (GERLACH) beider kenmarkshälften findet sich ein Dorsaltheil der gesonderten Zellenlagen der CLARKE'schen en, mit welchen scharf gezeichnete, rückwärts und vorwärts verlaufende, Faserzüge in bindung treten. Die Hinterhörner zeigen zwei ziemlich scharf getrennte Abschnitte, der ere ist die Substantia gelatinosa von ROLANDO, sehr arm an nervösen Elementen, en Fasern des vorderen Abschnitts der Hinterhörner fällt der Reichthum an Nervenungen auf. Die ganz allgemein etwas kleineren Nervenzellen sind nicht zu schärferen pen vereinigt.

Der Faserverlauf im Rückenmark erscheint im Speciellen folgender
(Gerlach) :

Die Fasern der vorderen Wurzeln gelangen nach ihrem E
das Rückenmark, schräg durch die weisse Substanz hindurchtretend, d
grauen Substanz der Vorderhörner und verbinden sich durch die Axen
fortsätze mit den hier gelegenen Nervenzellen. Die Protoplasmafortsä
Zellen betheiligen sich, indem sie sich in ihre Fibrillen auflösen, an d
der feinen, auch die Zellen unter einander verbindenden Nervenfase
grauen Substanz, aus welchen wieder breitere Nervenfasern hervorgehe
nach zwei Richtungen hin, medial und lateral verlaufend, aus der gr
stanz austreten, um in der weissen aufzusteigen. Aus diesem stetige
an neuen Fasern resultirt die Zunahme der weissen Substanz an Mas
unteren Rückenmarksabschnitten zu den oberen. Die medial verlaufen
gelangen direkt zur vorderen weissen Kommissur, hier kreuzen sie
den gleichen Fasern der anderen Seite und steigen in dem Vorderstran
gegengesetzten Rückenmarkshälfte auf; die lateral verlaufenden Fase
sich zu dem Seitenstrange der gleichen Seite, in welchem sie aufsteigen,
liegen erst in der Decussatio pyramidum der Medulla oblongata gleic
Kreuzung.

Die hinteren Nervenwurzeln treten horizontal von aussen
verlaufend in die weisse Substanz und schlagen hier zwei Wege ein.
verlaufende kleinere Abtheilung der Fasern bleibt der ursprüngliche
richtung treu, durchsetzt in feinen Bündeln die Substantia gelatinosa u
ligt sich an der Bildung eines unmittelbar vor dieser gelegenen vertik
bündels, durch welches die Fasern theils auf-, theils absteigend verla
diesem Bündel biegen die lateralen hinteren Wurzelfasern bald nach v
Horizontalebene um und treten in das feine Nervenfasernetz des vo
schnitts der Hinterhörner ein. Die grössere Abtheilung der hinteren W
verläuft medial und schmiegt sich an die Grenze der Substantia gelati
innen und hinten) an, hier biegen sie senkrecht in die Höhe, um in d
strängen eine grössere Strecke auf- und vielleicht auch wieder abwä
laufen, später biegen auch sie wieder in die horizontale Richtung um.
der hinteren Wurzelfasern löst sich also sofort nach seinem Eintritt i
einem Nervennetz versehenen Theil der grauen Substanz in diesem Ne
anderer Theil geht weiter nach vorn und in dem Maasse, als derselbe v
vorne fortschreitet, betheiligen sich die Fasern unter fortwährenden
gleichfalls an der Bildung des Nervenfasernetzes. Dieses Netz, in welc
sam als Knotenpunkte grösserer und kleinere Nervenzellen eingesch
steht mit dem Netze der Vorderhörner in kontinuirlicher Verbindung.
selben entwickeln sich Nervenfasern, welche vor und hinter dem Cent
der grauen Kommissur die Medianebene überschreiten, dann sich n
wärts wenden, um theils in den vertikalen Faserbündeln der Hinterhö
in den Hintersträngen, zwischen welchen beiden letzteren vielfache, bis
noch unentwirrbare Beziehungen obwalten mögen, nach dem Gehirne au
(Gerlach).

Im Gehirn und verlängerten Marke ist, trotz neuer glänze
schritte, der Faserverlauf noch zu wenig genau erforscht, als dass e

lung wie die unsrige näher besprochen werden könnte, um so weniger, a kaum weitere physiologische Betrachtungen daran knüpfen lassen, die ht schon in der allgemeinen Besprechung gemacht hätten *).

verlängerten Marke kehren die Verhältnisse des Rückenmarkes im einen wieder, es findet sich aber hier noch eine verwickeltere Anordnung inerem Raume, indem hier die Ansammlungen von Ganglienzellen viel mehr ander gesondert sind und doch wieder eigenthümlich verbündene Zellen- e darstellen. Nach Deiters ergiebt sich das allgemeine Gesetz, dass überall Fasermassen eine andere Richtung einschlagen, graue Massen dazwischen en sind. Diese dienen den Fasern nicht als Endstationen, sondern als punkte, von denen aus ein neues System von Fasern ausstrahlt.

e Anordnungen im Gehirne sind durch das Einschieben von Central- ten für die Sinnesorgane noch komplicirter geworden. Die graue Masse t hier die weisse, in der aber noch viele graue Kerne: Hirnganglien, ein- t sind. Die Grundverhältnisse mögen trotzdem aber auch hier analoge wie in Rückenmark und Gehirn, abgesehen davon, dass wir hier auch die alen Endorgane der Nervenfibrillen zu suchen haben (cf. oben). Der erlauf soll nur an einem Beispiele etwas näher dargelegt werden. Nach Ley- arstellung treten die im Sehstreifen, Tractus opticus verlaufenden, leitenden Nervenfasern zunächst in die Kniehöcker des Gehirnes. Diese nhäufungen von multipolaren Ganglienzellen, mit denen sich gewiss die bei grösste Zahl der Sehnervenfasern vereinigt. Insbesondere der äussere cker erscheint als ein höchst reicher Ganglienzellenapparat, der, wie er aus dem Streifenhügel aufnimmt, andere entlässt, welche durch die Arme erhügel zu diesen treten. Die Vierhügel sind das zweite System von Gan- llenapparaten, mit denen die Sehnervenfasern Kombinationen eingehen. esen aus treten die Fasern in die Tiefe, und es erfolgen Kombinationen mit erlängerten Mark durch die Schleife — Laqueus — und Verbindungen mit nzellenhaufen auf dem Boden der Sylvischen Wasserleitung mit den Gan- les Nervus oculomotorius. Endlich geht wenigstens ein grosser Theil der nzellen des Thalamus opticus als vierte Verbindung Kombinationen n Sehnervenfasern ein. Ein anderes aus dem Sehhügel entspringendes von Fasern vermittelt endlich die Verbindung mit dem Grosshirne und den em zu suchenden centralen Endapparaten. So haben wir also nach dieser llung Einrichtungen, durch welche die auf die Enden der Retinafasern ein- den Eindrücke Bewegungen hervorbringen, welche Ganglienzellenapparaten Kniehöckern, Vierhügeln, Sehhügeln zur Verarbeitung überliefert werden, schliesslich in das Grosshirn eintreten, um in den Kreis seelischer Wahr- ngen als vollendete Gesichtsvorstellung zu gelangen.

chon aus diesem einzigen Beispiele, das sicher noch nicht alle Verbin- wege beschreibt, welche wirklich vorhanden sind, geht hervor, wie enorm icirt wir uns die Einrichtung des Gehirnes zu denken haben. Es mag ge- , um uns einen ersten Einblick in diese noch fast ganz unaufgedeckten Ver- lungen zu gewähren.

Näheres findet man in den neuen Untersuchungen von Th. Meynert in Stricker's Ge- ehre.

Die Ursprünge der Hirnnerven.

Nur die Ursprünge der Gehirnnerven sollen hier noch besprochen werden (STILLING, C. E. HOFFMANN u. A.).

1) Der N. olfactorius ist eine Abschnürung der Hemisphäre, er sollte also noch zu den Gehirnabschnitten gerechnet werden. Er ist ein Divertikel der ... besitzt eine feine Höhlung, und erhebt sich vom Gehirne mit drei Wurzeln. Die in... zel verbindet sich (MEYNERT) mit dem Stirnende des Gyrus fornicatus, die äussere ... Schläfenende der Bogenwindung, dem Subiculum cornu Ammonis.

2) Die Sehnerven, resp. die hinter dem Chiasma gelegenen Tractus optici ... von den Sehhügeln, Vierhügeln und Kniehöckern. In der Nähe des Chiasma ... noch Fasern vom basalen, an der seitlichen Grenze des Tuber cinereum gelegenen ... ganglion auf (cf. oben).

3) Die gemeinschaftlichen Augennerven lassen ihre Fasern in die ... verfolgen, von hier aus ziehen sie getrennt theils gegen das hintere Ende der ... Wasserleitung, theils gegen die Brücke zu. Der grössere Theil der Fasern ver... mit dem Oculomotorio-Trochleariskern dicht an der Mittellinie in dem Boden d... Abtheilung der Sylvischen Wasserleitung gelegen. Von hier aus ziehen die Bünde... lomotoriuswurzeln durch die Haube zur Innenseite des Hirnschenkelfusses, inde... den rothen Kern durchsetzen, theils umgreifen. Dieser Kern verbindet sich mit d... Fasern der Raphe, aus ihm entspringen auch die Wurzelfasern des Trochlearis.

4) Die Trochleares, Rollnerven. Man kann die Wurzelfasern unter di... zum oberen Marksegel verfolgen, dann verlaufen sie schräg um den Aquaeductus ... vorne und oben, dicht unter den Vierhügeln kreuzen sie sich mit den Fasern ... learis der anderen Seite (STILLING) und treten dann in den Oculomotorio-Trochlea...

5) Die dreigetheilten Nerven. Der Trigeminus besitzt eine kleinere ... und eine grössere sensible Wurzel. Die kleinere Wurzel entspringt aus den ... theilungen des hinteren Brückentheils, aus dem oberen, motorischen Tri... kern (STILLING). Die grosse Wurzel zeigt einen vielfachen Ursprung. Die Fas... raden Wurzel kommen von einer Zellenanhäufung ziemlich oberflächlich ... von dem motorischen Trigeminuskern gelegen. Ein Theil der absteigenden ... die äussere, kommt von einer Zellengruppe im Gebiete des oberen Vierhügel... innere leitet MEYNERT aus Zellen vor und hinter den Längsbündeln der vorder... abtheilung ab. Die mittlere kommt aus der Substantia feruginea des L... diese Fasern lassen eine Kreuzung mit denen der anderen Seite erkennen. N... kommt noch eine aufsteigende Wurzel aus der gelatinösen Substanz des ... cinereum Rolandi in der unteren Hälfte des verlängerten Marks, und mit höch... scheinlichkeit auch eine aus dem Kleinhirn, deren Fasern in den Bindearmen ve...

6) Der N. abducens entspringt aus dem Abducens-Facialiskern ... medullares auf dem äusseren Theile der Eminentia teres, in der Höhe des unteren ... Fovea anterior.

7) Der N. facialis entspringt mit drei Wurzeln (MEYNERT). Die absteig... sern gehen gekreuzt aus der Raphe hervor und biegen sich in den Facialis-Ab... aus dessen oberem Theile die geraden Wurzeln hervorkommen. Die ... den Facialiswurzeln kommen aus dem unteren, vorderen Facialiskerne, ... aussen vor der oberen Olive gelegen und verlaufen zum Boden der Rautengrube ... einigen sie sich zu einem knieförmig gebogenen Bündel, welches um den Ab... herumzieht.

8) Der N. acusticus hat (MEYNERT) eine vordere Hauptwurzel, welch... Kleinhirnschenkel durch die Brücke zieht, und eine hintere Hauptwurzel, ... Kleinhirnschenkel umgreift und nahe dem Boden der vierten Hirnhöhle liegt ... Wurzeln treten in Verbindung mit Anhäufungen von Nervenzellen: dem inneren ...

vorderen Akustikuskern. Der innere Akustikuskern bildet ein äusseres rhom-
es Gebiet der Rautengrube von der Aussenseite der Wölbung des oberen Facialiskerns
die Mitte der Rautengrube bis zur Aussenseite des Vago-Accessoriuskerns. Der
ere, direkt an den inneren angrenzende, liegt in dem trapezoidischen Feld der inne-
btheilung der Kleinhirnschenkel. Der vordere Akustikuskern ist wie ein Keil zwischen
orpora restiformia und das Mark der Flocke eingeschoben. Ausserdem findet man an
ganzen centralen Verlauf des Akustikus einzelne oder zu Gruppen verbundene Nervenzel-
Die vordere Hauptwurzel hat gekreuzte Fasern, die, aus den Kleinhirnschen-
der entgegengesetzten Seite kommend, theils durch den inneren Akustikuskern hin-
treten, theils durch den äusseren Akustikuskern gerade nach vorne dringen, am Boden
Rautengrube als Fibrae arcuatae umbiegen und zum inneren Akustikuskern der anderen
gelangen. Dazu kommen noch ungekreuzte äussere Fasern aus dem äusseren
tikuskerne, dem Corpus restiforme und dem vorderen Akustikuskern stammend. Die
ere Hauptwurzel zeigt oberflächliche Bündel, die Striae medullares, welche als
e arcuatae aus den Kleinhirnschenkeln der anderen Seite durch die Raphe zum Boden
Rautengrube treten. Tiefer als sie, aber sonst analog verlaufen andere Fasern, welche
weise den inneren Akustikuskern durchsetzen.

iese theils direkte, theils gekreuzte Verbindung mit dem Kleinhirn ist dem Akustikus-
rung ganz specifisch eigen (MEYNERT).

) Die Ursprünge des N. Glossopharyngeus, 10) des N. vagus und 11) des N.
essorius können nun gemeinsam beschrieben werden (MEYNERT).

wischen dem inneren Akustikuskern und der Eminentia teres schiebt sich nach vorne
Nervenzellenanhäufung ein: der äussere Glossopharyngeuskern, etwas weiter ein-
s liegt der innere Glossopharyngeuskern. Mehr in der Tiefe beginnt der Vaguskern,
gt nach hinten gegen die Oberfläche des grauen Bodens der vierten Hirnhöhle vor und
in der Ala cinerea in den Akustikuskern über. An der Eminentia teres liegt nach innen
mediale Kern. Mehrere Mm. von der grauen Substanz der Rautengrube entfernt liegt,
hzogen von den Fibrae arcuatae, der vordere motorische Glossopharyngeo-Vaguskern.
diese Ursprungskerne stehen mit den Hirnschenkeln in Verbindung durch Fibrae rectae
Raphe und durch die dem grauen Boden nächstgelegenen Fibrae arcuatae, welche aus
Raphe zum Vago-Accessoriuskern gelangen. Ausserdem verbinden sie sich mit den
rzeln der drei Nerven. Eine gemeinsame aufsteigende Wurzel der NN. glosso-
ryngeus, vagus und accessorius kommt wahrscheinlich aus dem Fusse des Hirnschen-
, tritt etwas oberhalb der Pyramidenkreuzung aus der Raphe zur zweiten Abtheilung
Fibrae arcuatae und mischt sich theilweise nach und nach den Wurzelfäden der NN.
essorius und vagus bei, während das obere Ende in den N. glossopharyngeus eindringt.
e mediale Wurzel des N. vagus stammt von der Fibrae rectae der Raphe dicht vor
grauen Masse der Rautengrube. Vom Glossopharyngeus-Vaguskern steigen Wurzeln
den entsprechenden Nerven auf. Zum Vagus kommen Bündel vom Fasciculus teres. Zum
Vagus und N. glossopharyngeus treten noch Fasern von der gelatinösen Substanz und aus
motorischen Glossopharyngeuskern. Die unteren Wurzeln des N. accessorius
springen bis zur Pyramidenkreuzung aus dem lateralen Fortsatze des Vorderhirns, unter-
der Kreuzung aus der Formatio reticularis. Sie verlaufen parallel den Hinterhörnern
h aussen.

12) Der N. hypoglossus stammt aus dem Hypoglossuskern, der im unteren Winkel der
engrube, von weisser Masse bedeckt, eine mittlere Erhebung bewirkt. Er ist durch
ae rectae mit der Pyramide verbunden, andere Wurzelfasern kommen direkt durch die
e aus den Hirnschenkeln, zwischen beiden Hypoglossuskernen findet sich eine ge-
zte Kommissur aus sehr feinen Fasern.

Ueber den Ursprung der Rückenmarksnerven finden sich die neuesten Angaben
im Text.

Zusammenstellung der Funktionen der Hirn- und Rückenmarksner

Bei den einzelnen Organen wurden die Wirkungen der Nerven schon ausführ handelt. Es bedarf hier vorzüglich nur noch einer übersichtlichen Zusammens gefundenen Thatsachen.

1. Hirnnerven.

1) **Nervus olfactorius**, der Riechnerve.

2) **Nervus opticus**, Sehnerve. Erregt reflektorisch den N. oculomot zum Sphincter pupillae gehende Fasern.

3) **Nervus abducens**, motorischer Nerve für den Musculus abducen (Musculus rectus oculi externus).

4) **Nervus trochlearis**, motorischer Nerve für den Musculus trochlear (Musculus obliquus oculi superior), er soll sensible Fasern führen.

5) **Nervus oculomotorius**, motorischer Nerve für die meisten Au Mm. rectus superior, inferior, internus, M. obliquus inferior, M. levator palpebra

Er innervirt auch den Ringmuskel der Pupille, den Sphincter iridis s. pupi Akkommodationsmuskel: M. ciliaris. Seine Erregung geschieht grossentheil lich; die Fasern für den Sphincter iridis werden reflektorisch vom Optikus Die Reizung erzeugt eine Verengerung der Pupille (Erweiterung der Pu durch Sympathikusreizung). Bei Lähmung des Okulomotorius ist also das Aug gesunken (Ptosis) und die Augapfelbewegung fast vollkommen gelähmt, wegen gewichts der ungelähmten Mm. trochlearis und abducens tritt Auswärtsschiel Pupille ist erweitert und gegen Licht unempfindlich, die Akkommodation ist un Auge dauernd auf seinen Fernpunkt eingestellt. Manchmal sind die Irisfasern v meinen Okulomotoriuslähmung nicht getroffen: die Pupille normal beweglich. Trigeminus sensible Fasern erhalten.

6) **Nervus trigeminus**. Er besitzt sensible und motorische Fasern. E nach Analogie der Rückenmarksnerven mit zwei Wurzeln, einer sensiblen: P welche wie die Rückenmarksnerven ein Ganglion: G. Gasseri, besitzt, und einer Wurzel: Portio minor.

a. Seine **sensiblen Fasern** vermitteln die **Empfindung** in der Dura Augenhöhle und ihrer Umgebung, der Stirn, dem ganzen Gesichte, dem vorder äusseren Ohres, dem äusseren Gehörgang, der Schläfengegend, dem oberen Rachenhöhle, der Nasenhöhle, dem harten Gaumen, der Zunge, den Zähnen, de Mundhöhle, also fast am ganzen Kopf. Er scheint **Geschmacksnerve** in d versorgten Theilen der Zunge.

b. Er ist der **motorische** Nerve für die Mm. temporalis, masseter, (Kaumuskeln), digastricus anterior maxillae, tensor und levator palati, tens mylohyoideus. Auch zum M. buccinator geht ein Zweig. Er hat Fasern, welc fluss auf die Pupille sind. Nach Durchschneidung des Ganglion Gasseri tritt engerung ein (durch Reflex auf den Okulomotorius?). Er sendet **vasomotor sern**, vermuthlich sympathischen Ursprungs, zu den Arterien der Konjunktiva

c. Er ist der **sekretorische** Nerve für die **Thränendrüse** (R. lacrim gemini), die **Parotis** (R. auriculo-temporalis vom IIIten Aste des N. trigeminus), **maxillardrüse**. Er steht auch in **reflektorischer Beziehung** zur S **sekretion** durch Vermittelung des Ganglion linguale und des Gehirnes.

d. Er ist **trophischer Nerve** für das Auge, Lippen etc., wahrscheinlich mittelung der Empfindlichkeit in diesen Organen. Nach der Durchschneidung minus in der Schädelhöhle wird der Augapfel entzündet und schliesslich zerst man eine schützende empfindliche Hautfläche künstlich vor das Auge, indem man

das Ohr vor dem Auge befestigt (SNELLEN), so bleibt das Auge gesund. Die innersten n scheinen als trophische Nerven die Hauptrolle zu spielen. Durchschneidet man sie (MEISSNER, SCHIFF), wobei die Empfindlichkeit erhalten bleibt, so entzündet sich das doch leicht, was nicht eintreten soll trotz Empfindungslähmung, wenn der Trigeminus bis auf die innersten Fasern durchschnitten ist (SAMUEL). Nach Durchschneidung des minus treten Geschwüre im Munde auf. Nach einseitiger Lähmung der Kaumuskeln sich der Unterkiefer nämlich schief und die Zähne drücken reizend auf die Schleim- (ROLLETT).

Nervus facialis. Er besitzt motorische und sekretorische Fasern. Seine Empfin- sfasern werden ihm (grossentheils) bei seinem Lauf durch das Felsenbein vom Trigeminus mischt. Er ist motorischer Nerve für den M. stapedius, die Muskeln des äusseren Ohres, luskeln der Stirn mit dem M. corragator und orbicularis, für die Muskeln der Nase, des hts, des Munds, der Gesichtsmuskeln, für den hinteren Bauch des M. digastricus, für Im. stylohyoideus, buccinator, Platysma, Muskeln des Kinnes. Auch einige Gaumen- eln scheint er zu bewegen. Seine Chorda tympani steht in Beziehung zur Speichel- tion, in Verbindung mit dem Trigeminus und dem Ganglion linguale. Der Chorda tym- schreibt man auch Geschmacksempfindung zu. Bei Facialislähmung ist das Gesicht der gesunden Seite zu verzerrt.

) Nervus acusticus, Gehörnerve.

) Nervus glossopharyngeus. Er ist ein gemischter Nerve. Seine motorischen rn (BISCHOFF) gehen zu den Mm. stylopharyngeus, constrictor faucium medius, levator i mollis und azygos uvulae. Er scheint das Gefühl in den hinteren Abschnitten der e zu vermitteln, und ist (dort) der Geschmacksnerve. Es steht in reflektori- er Beziehung zur Speichelsekretion. LUDWIG und RAHN reizten das centrale Ende durchschnittenen Glossopharyngeus und erhielten dadurch lebhafte Speichelsekretion, he durch den Trigeminus und Facialis vom Gehirne her vermittelt wurde. Nach der hschneidung dieser Nerven hörte die Reflexerregung auf.

0) Nervus vagus. Er hat wahre motorische Fasern. Bei mechanischer Er- ng der Wurzelfäden des Vagus kommen in Aktion: Mm. constrictor pharyngis supremus, ius und infimus, der Oesophagus, Muskeln des weichen Gaumens: levator veli palati, os uvulae und M. pharyngopalatinus; der Magen und der obere Theil des Dünndarms, eicht auch der untere Theil und der Dickdarm, sowie der Uterus. Galvanische Reizung Vagus erregt auch die Kehlkopfmuskeln, die Fasern verlaufen grösstentheils im Laryn- i inferior s. Recurrens, der Laryngeus superior giebt einen Zweig an den Cricothyreoideus N. accessorius), auch einen Einfluss des Vagus auf die Bronchienmuskulatur hat man uptet (?). Er besitzt sensible Fasern für die Schleimhaut des Kehlkopfs und der röhre, vielleicht für den ganzen Respirationsapparat. Betupfen der Trachealschleimhaut reizenden Flüssigkeiten erzeugt Husten, der nach der Vagusdurchschneidung wegfällt. ermittelt die Empfindlichkeit des Herzens.

Im Halstheile des Vagus hat man Folgendes experimentell festgestellt. *a*. Er re- rt die Herzbewegung, er ist ein Hemmungsnerve der Herzbewegung. Seine schneidung am Halse beschleunigt, die Reizung des peripherischen Endes des durch- ittenen Nerven verlangsamt die Herzbewegung und bringt sie ganz zum Stillstand (der s ist hierin der Antagonist des Sympathikus [BEZOLD]). Er kann zu dieser Funktion ktorisch erregt werden (Klopfversuch, GOLTZ). Auch die Reizung des centralen Stumpfes rkt, wenn der andere Vagus intakt ist, Verlangsamung der Herzbewegung (DONDERS). n Zweig. Nervus depressor, setzt durch Verminderung des Tonus der Gefäss- ren die Widerstände in der Blutbahn herab. Dieses erfolgt durch centripetal geleitete ung, die Durchschneidung des N. depressor ist erfolglos, der Effekt zeigt sich nur eizung des centralen Depressorstumpfes. Andererseits soll der Vagus excitirende Fa- besitzen für das vasomotorische Centrum: pressorische Fasern, namentlich im ngeus superior (AUBERT und ROEVER). *c*. Er steht in reflektorischer Beziehung zum

Centrum der Athembewegungen. Bei Durchschneidung des Vagus sind
frequenz. Reizung des centralen Vagusstumpfes bewirkt Beschleunigung,
in Inspirationsstellung. Diese Fasern entspringen wahrscheinlich in der Lunge.
des centralen Stumpfes des R. laryngeus superior bringt Verlangsamung der
gungen und Stillstand in der Exspiration hervor. Seine Durchschneidung
die Inspiration (Sklarek). *e.* Er soll der trophische Nerve der Lunge sein.
ner Durchschneidung sieht man schleimige und seröse, selbst blutige Ergüsse in
chien und Alveolen, die Lunge ist theilweise atelektatisch. Nach seiner
Durchschneidung funktioniren die Kehlkopfmuskeln mit den Stimmbändern nicht
Speisetheilchen gelangen leicht in die Lunge; daher scheinen jene Erkrankungen
zu stammen. *f.* Nach Durchschneidung der Vagi treten Störungen in der
Der Grund liegt zum Theil in der Lähmung des Oesophagus- und Magenmuskel
Magensaftabsonderung scheint von ihm unabhängig zu sein. Er soll Hunger-
gefühl vermitteln, die Speichelsekretion wahrscheinlich vom Magen aus
die Pankreassekretion soll er hemmende Einflüsse ausüben (Ludwig, N. O.
dagegen soll er die Nierensekretion und die Zuckerbildung in der Leber anreg
Ramus auricularis vagi steht in reflektorischer Beziehung zu der Gefässmuskulatur
(Snellen, Loven). Die Reizung des centralen Stumpfes desselben bedingt zuerst
dann Erweiterung der betreffenden Gefässe.

Zur Erleichterung der Uebersicht sollen noch die Resultate der Durchsch
und Reizung des Vagus und seiner Zweige am Halse zusammen aufgeführt w

Nach Durchschneidung des Vagusstammes am Halse sind die M
Kehlkopfs gelähmt, bei beiderseitiger Durchschneidung die Stimmbänder funkt
Die Herzbewegungen sind beschleunigt, die Athembewegungen verlangsamt.
bildung in der Leber soll aufhören. Bei Reizung des peripherischen Va
am Halse kontrahiren sich die Kehlkopfmuskeln, es tritt Stimmritzenkrampf ein,
gung des Herzens wird verlangsamt, endlich steht es in Diastole still (die Bronch
sollen sich kontrahiren, Kontraktionen des Magens, Darms, Uterus (?) eintret
Nierensekretion vermehrt werden). Bei Reizung des centralen Vagusende
beschleunigt und verstärkt die Inspirationsbewegung bis zum Inspirationskram
Zuckerbildung und Speichelsekretion vermehren, dagegen die Pankreassekretio
dern). Findet die Reizung oberhalb der Vereinigung der depressorischen Fase
Vagus statt, so tritt allgemeine Verminderung des Blutdrucks ein. Ist der andere
durchschnitten, so wird der Herzschlag verlangsamt.

Ist der Laryngeus inferior durchschnitten, so werden die Kehlk
mit den Stimmbändern gelähmt, Reizung seines peripherischen Endes bewirk
des Vagusstammes) umgekehrt Kontraktion dieser Muskeln.

Durchschneidung des Laryngeus superior soll die Inspiration
langsamen (?). Die Reizung seines centralen Stumpfes verlangsamt die Insp
unterdrückt sie endlich ganz. Gleichzeitig erhöht sie den Blutdruck durch Kontr
Arterien. Reizung des centralen Depressorstumpfes vermindert den Blutdruck
schlaffung und Erweiterung aller Arterien.

11) Nervus hypoglossus. Er ist wesentlich motorischer Nerve, für
muskeln, die Mm. styloglossus, hyoglossus, genioglossus, lingualis, thyreohyoide
hyoideus, sternothyreoideus und omohyoideus Er hat auch sensible Fasern
Ramus cardiacus von unbekannter Bedeutung.

12) Nervus accessorius. Er innervirt die Mm. sternocleidomastoideus
laris, nach Bischoff auch die Kehlkopfmuskeln. Sensibilität geht ihm
ab. Man betrachtet ihn als motorische Wurzel des Vagus (Longet), doch führt
Vagus an seinem Ursprunge motorische Fasern (van Kempen). Durchschneidung d
sorius von seiner Verbindung mit dem Vagus soll, nach Einigen, alle vom Vagus
sorius versorgte Muskeln lähmen, doch erregt isolirte Reizung des Vagusurspr

n im Larynx, im Schlund und der Speiseröhre. Die isolirte Durchschneidung des sorius soll die Herzbewegung beschleunigen, Reizung sie verlangsamen (HEIDENHAIN).

II. Rückenmarksnerven.

n Jahre 1811 hat der Engländer CH. BELL die Entdeckung gemacht, dass von den bei- Wurzeln, mit denen die 31 Paare der Rückenmarksnerven entspringen, die vordere der gung, die hintere der Empfindung dient. Man nennt die Thatsache, welche sich durch nische Reizung und Durchschneidung der Nervenwurzeln innerhalb des aufgebroche- Rückenkanals nachweisen lässt, **Bell'sches Gesetz.**

AGENDIE hat zuerst beobachtet, dass sich sensible Fasern von der hinteren Wurzel auch ie vordere begeben und so zum Rückenmark zurückkehren. Sie ertheilen den vorderen eln einige Empfindlichkeit, die sich aber nur zeigt, solange die hinteren Wurzeln sind. Durchschneidet man diese und trennt dadurch die »rückläufigen« empfindenden n von ihrer Verbindung mit dem Rückenmarke, so hört die Empfindlichkeit der vor- Wurzeln auf. Man bezeichnet diese Empfindlichkeit der motorischen Wurzeln, welche, man erkennt, dem BELL'schen Gesetze keinen Eintrag thut, als rückläufige Emp- lichkeit, Sensibilité recourrante. HARLESS und E. CYON haben gefunden, dass Vermittelung der hinteren Wurzeln den vorderen eine erhöhte Erregbarkeit ertheilt e. Schnitte durch Hirn und Rückenmark bewirkten bei unversehrten hinteren Wurzeln en der Erregbarkeit der vorderen, nach Durchschneidung der hinteren Wurzeln waren irkungslos. Die Orte, wo diese Einwirkung von den hinteren Wurzeln auf die vorderen tragen wird, scheinen danach in der ganzen Rückenmarksaxe vertheilt zu sein.

n Allgemeinen gilt von der Verbreitung der Rückenmarksnerven Folgendes: Es reicht Verbreitungsbezirk eines einzelnen Rückenmarksnerven nicht über die Mittellinie des ers hinaus. Es ergiebt sich dieses für den Menschen vor allem aus der Prüfung des innes einseitig Gelähmter. Jeder Muskel und jedes Hautstück erhalten, wie es scheint, enfäden von verschiedenen Nervenwurzeln, sodass die Lähmung eines Rückenmarks- en nicht mit Nothwendigkeit eine vollkommene Bewegungs- und Empfindungsläh- g der von ihm versorgten Theile bedingt (Halblähmung).

s gilt ziemlich allseitig das Verbreitungsgesetz, dass die sensiblen Fasern eines Rücken- snerven sich an die Hautstellen verbreiten, welche über den Muskeln liegen, welche den motorischen Fasern derselben Nerven versorgt werden.

ie Rückenmarksnerven geben vasomotorische Fasern für die meisten Arterien ab, nimmt vielfach an, dass diese von den Rami communicantes vom Sympathicus aus lie Rückenmarksnerven übertreten, sodass sie also vom Sympathikus aus abstammen ympathikus).

ei den folgenden Nerven ist ebenfalls noch nicht entschieden, was von ihren Effekten Sympathikus und was dem Rückenmark zugeschrieben werden muss.

er Nervus phrenicus, Zwerchfellsnerve. Er ist gemischter Natur, seine Reizung und Durch- eidung ist schmerzhaft. Seine Durchschneidung erzeugt beschleunigtes Athmen, Athem- hwerden, die Thiere sterben bald. Nach LUSCHKA gehen Fasern zum serösen Leberüberzug.

ie Nerven der Blase. Die Bewegungsfasern laufen in den Sakralnerven. Die Empfin- gsfasern sollen entstammen den Rami communicantes, welche in den Lendentheil des pathikus eintreten. OEHL will auf Reizung des centralen Vagusendes reflektorisch eine ngerung der Blase erhalten haben; die Blasenmuskulatur soll vom verlängerten Marke erregbar sein (S. 508).

ie Nerven des Samenleiters stammen nach BUDGE vom 4.—5. Lendennerven (bei dem nchen) und verbinden sich durch die Rami communicantes mit dem Sympathikus. rhalb des Rückenmarks sollen sie mit einem Centrum genitospinale verknüpft sein. E verlegt dieses in die Gegend des 4. Lendenwirbels.

ie Nerven des Uterus. Man hat den Uterus von verschiedenen Stellen des Rückenmarks, verlängerten Mark, dem kleinen Gehirn, der Brücke, in Bewegung gesetzt. Die

Bewegungen erfolgen am leichtesten vom Lendenmarke aus. Nach Trennung
äste der Plexus hypogastrici posteriores hören die rhythmischen Bewegungen
Zeit auf. Die Reizung der Sakralnerven bringt den Uterus zur Bewegung
KÖRNER) (S. 910).

Die erigirenden Nerven. ECKHARD bestätigte die langgehegte Vermuthung,
tion des Penis durch Rückenmarksnerven zu Stande komme (da die Erektion
marksleiden unmöglich ist), dadurch, dass er einen aus dem Sakralplexus bei
entspringenden Nerven kennen lehrte, welcher bei R e i z u n g eine starke
des Blutstroms im Penis erzeugt.

Der Nervus pudendus communis scheint ein Antagonist dieses eben
zu sein. Auf seine D u r c h s c h n e i d u n g folgt nämlich eine Erweiterung
dorsalis penis (LOVEN) und die Pulsation in ihr wird lebhafter. Seine Erregung
den Blutzufluss zum Penis hemmen, Verminderung der normalen Erregung
schneidung) dieses Nerven die Erektion begünstigen.

Zur Entwickelungsgeschichte der nervösen Centralorgane und Ne

Die erste Bildung des Medullarrohres und Gehirns wurde oben beschrieben
S. 38) (KÖLLIKER). Als erste Anlage des Gehirns bildet sich zuerst ganz vorn
schliessenden Rückenfurche zunächst eine Erweiterung, hinter welcher dann
andere entstehen, welche sich alle drei zu Blasen abschliessen: v o r d e r e, mi
h i n t e r e H i r n b l a s e. Die vordere Blase lässt bald einen grösseren vorderen
kleineren hinteren Abschnitt erkennen: das V o r d e r h i r n und Z w i s c h e n
dritte Blase zerfällt ebenfalls in eine vordere Abtheilung: H i n t e r h i r n, und
N a c h h i r n. Nur die mittlere Hirnblase: das M i t t e l h i r n, bleibt einfach.
hirn bildet sich zum grossen Gehirn aus mit den Corpora striata, dem Corpus
dem Fornix. Aus dem Zwischenhirn gehen die Sehhügel und die Theile am Boden
Ventrikels hervor. Die A u g e n b l a s e n zeigen sich sehr früh an der ersten Hirn
vorwiegendes Wachsthum des zwischen ihnen gelegenen Hirnblasenabschnittes
dung des Vorderhirns rücken sie mehr und mehr nach abwärts und hinten und
Bestandtheilen des Zwischenhirns. Das anfänglich mit allen seinen Theilen horizo
Gehirn zeigt bald drei beinahe rechtwinkelige Krümmungen: die N a c k e n k r
an der Uebergangsstelle des Rückenmarks in das verlängerte Mark. Die B r ü c k
m u n g, an der Grenze zwischen Hinterhirn und Nachhirn, wo in der Folge die
steht. Die S c h e i t e l k r ü m m u n g stellt Zwischenhirn und Vorderhirn nahezu
rechten Winkel zum Mittel- und Hinterhirn. Diese Gehirnkrümmungen entspr
weise den S. 45 erwähnten Krümmungen des Embryonalkörpers, theilweise
sich aus dem frühen Auftreten des Tentorium cerebelli zu erklären, welches anf
fast senkrecht stehende Scheidewand durch die ganze Schädelhöhle darstellt. A
cerebri entsteht sehr frühe und betheiligt sich an der Gestaltung des embryonal

Anfänglich liegen die grossen Hemisphären vor dem Zwischenhirn, resp. den
aber schon im zweiten Monat haben sie sich beim Menschen nach aussen und hi
verlängert, dass sie jene theilweise bedecken. Im fünften Monat werden die Vier
telhirn) überwuchert, im sechsten Monat überragt das grosse Gehirn auch das
Die Oberfläche der Hemisphäre ist Anfangs ganz glatt, später faltet es sich
fünften und sechsten Monat sind diese Falten wieder verschwunden, die Ober
kommen glatt. Vom siebenten und achten Monat an bilden sich die bleibenden
dungen durch Oberflächenwucherung der Hemisphären, ebenso auch am klein
Eine erste der sich bildenden Furchen ist die Fossa Sylvii (Fig. 254). Die Blase
hirns verengt sich allmählich zum Aequaeductus Sylvii. Aus der Basis des Mitt
den sich die Hirnstiele. Das Cerebellum entsteht aus zwei Blättchen, welche
dersten Abschnitten der Ränder der ursprünglichen dritten Hirnabtheilung

sen und im zweiten Monat in der hinteren Medianlinie zusammenstossen. Dadurch bil-ch eine kleine, horizontalliegende, anfänglich gleichmässig dicke Platte, später ver-n sich die Seitentheile mehr. Eine dünne, später schwindende Lamelle (Membrana atoria ventriculi quarti) verbindet um diese Zeit das Cerebellum mit dem verlängerten und schliesst die Rautengrube tentheils. Am Ende des dritten vierten Monats wölben sich die ntheile des Kleinhirns mehr und und erhalten, und zwar zuerst Vurm, ihre Lappen und Furchen.

Die aus dem Nachhirne sich bil-e **Medulla oblongata** zeigt ühen Perioden eine sehr bedeu-e Grösse. Ihre einzelnen Ab-ungen sind schon im dritten Mo-rkennbar.

Das **Rückenmark** füllt anfäng-den ganzen Rückgratskanal aus, vom vierten Monat an bleibt das kenmark gegen die Wirbelsäule Wachsthum zurück, doch steht e Spitze bei Abschluss des Em-onallebens noch in der Höhe des ten Lendenwirbels. Durch das inbare Höherrücken des Rücken-ks verlängern sich die anfänglich falls senkrecht abgehenden unte-Nervenwurzeln mehr und mehr, Verlauf wird ein schiefer, und sie en endlich mit den 3 Häuten des kenmarks die **Cauda equina**. Die Anlage des inneren Baues des kenmarks wird durch die bei-ende Figur (254) erläutert.

Fig. 253.



Dreimonatlicher menschlicher Embryo in natürlicher Grösse mit blossgelegtem Hirn und Mark. *h* Hemisphären des grossen Hirns, *m* Mittelhirn, *c* kleines Hirn. An der Medulla oblongata sieht man einen Rest der Membrana obturatoria ventriculi IV.

Fig. 254.



Querschnitt des Halsmarkes eines sechs Wochen alten menschlichen Embryo von 0,56‴ Höhe und 0,44″ Breite am breitesten Theile, 50mal vergrössert. *c* Centralkanal, *e* epithelartige Auskleidung desselben, *g* vordere graue Substanz mit einem dunkleren Kern, aus dem die vordere nicht dargestellte Wurzel entspringt, *g'* hintere graue Substanz, *v* Vorderstrang, *h* Hinterstrang, *ca* Commissura anterior, *m* vordere, *s* hintere Wurzel, *v'* hinterer Theil des Vorderstranges (sogenannter Seitenstrang), *e'* dünner Theil der Auskleidung des Centralkanales in der hinteren Mittellinie.

Nach der Schliessung der Rückenfurche bildet das Rückenmark einen Kanal, dessen Wand gleichartigen radiär angeordneten Zellen besteht. In der Folge scheidet sich die Wand wei Lagen, von denen die innere die Auskleidung des Centralkanals, die äussere die An-e der grauen Masse darstellt. Die weisse Substanz tritt später als ein von den Zellen grauen Substanz gelieferter Beleg auf. Während dann der Centralkanal sich, von hinten h vorn fortschreitend, mehr und mehr verengt, nehmen graue und besonders weisse stanz fortschreitend an Masse zu. Im zweiten Monat reicht der Centralkanal noch mit em Epithel bis an die Oberfläche.

Die **Rückenmarkshäute** sind Produktionen der Urwirbel. Pia und Dura mater d beim sechswöchentlichen menschlichen Embryo schon deutlich. Der subarachnoideale um ist erst eine spätere, durch das schon erwähnte relativ stärkere Wachsthum der Um-llungen gegenüber dem Marke veranlasste Bildung. Die Arachnoidea ist deutlich geson-t erst im fünften Monat zu unterscheiden.

Beobachtungen über die morphologische **Entwickelung des peripherischen rvensystems** cf. S. 37.

Zur vergleichenden Anatomie der nervösen Centralorgane und Nerv

Wirbellose Thiere (Gegenbaur). Bei den niedersten animalen Organismen, den Pr
sind bisher noch keine hierher zu rechnende Gebilde aufgefunden worden, eben
bei den festsitzenden Coelenteraten ein Nervensystem bekannt. Dagegen
solches die Medusen und Ctenophoren. Bei den Medusen bildet das Ne
einen längs des Scheibenrandes verlaufenden Faserring, der in regelmässigen
ganglienartige, zellenhaltige Anschwellungen erkennen lässt, welche den als S
zu deutenden Randkörpern entsprechen, und nervöse Fortsätze zu versch
perorganen entsenden (Agassiz, F. Müller).

Bei den Würmern zeigt sich der Nervenapparat je nach der speciellen Ko
der Arten verschieden. Seine Centren und seitlichen Abschnitte richten sich in
Anordnung nach im Allgemeinen nach der Gliederung des Körpers. Bei alle
wichtigsten nervösen Centralorgane im Vordertheile des Körpers und umkreisen
Munddarm ringförmig: Schlundring, von hier aus strahlen Nervenstämme na
lichen Theilen des Körpers.

Auch die nervösen Centralorgane der Echinodermen bilden eine Art S
Jedem Radius des Körpers entspricht ein nervöser Hauptstamm, alle laufen gegen
zusammen und werden hier vorwiegend durch Kommissurenfäden zu dem
ring verbunden. Die wichtigsten nervösen Centralorgane liegen bei diesen Th
Nervenstämmen selbst, welche etwa in der Mitte ihres Verlaufs zu dem von J
Ambulacralgehirne bezeichneten Ganglien anschwellen und zahlreiche N
abtreten lassen. Sowohl in den Ambulacralstämmen als im Schlundringe selbst
zellige Elemente (Häckel).

Während die Echinodermen in Beziehung auf das Nervensystem nicht ganz
vorhergehenden Formen anknüpfen, zeigt das Nervensystem der Arthropoden
Anneliden ziemlich analog. Auch bei ihnen lagert über dem Schlunde eine v
entwickelte Ganglienmasse als Kopfganglion oder Gehirn, welche mit zwei Komm
Schlund umgreifend sich mit einem centralen Ganglion zu einem Nervensch
verbindet. Auf der Bauchseite erstreckt sich von dem letztgenannten Gangli
durch Längskommissuren zusammenhängende Ganglienkette: Bauchganglienk
nach der Entwickelung der Gliedertheilung des Körpers mehr gleichmässig (
Myriapoden) oder mehr oder weniger ungleichmässig erscheint (Insekten, Arach
Krustaceen). Je besser die höheren Sinneswerkzeuge, und unter diesen besonder
entwickelt sind, um so höher ist die Ausbildung des Kopfganglions (Fig. 255

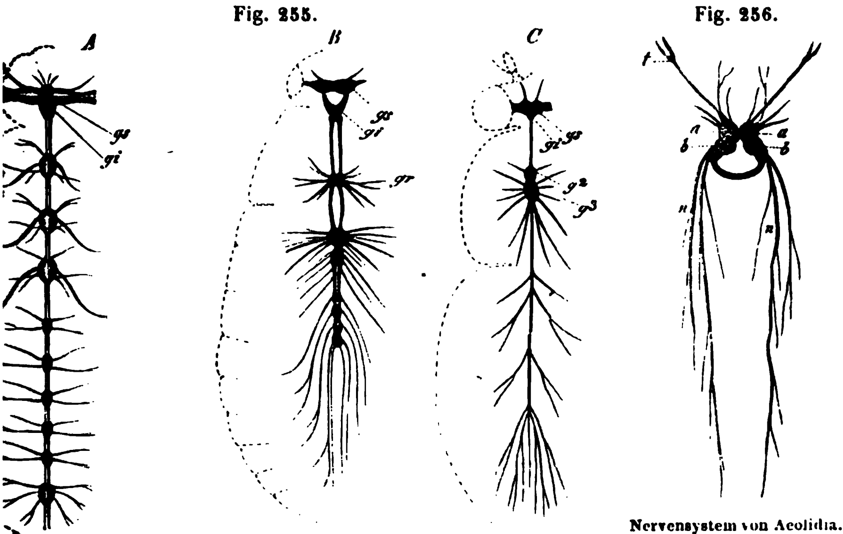
Die Ganglien der Bauchganglienkette sind ursprünglich paarig angelegt,
zen aber meist mehr oder weniger vollständig je zu einem grösseren Ganglion. V
glien oder hie und da auch von den Kommissuren derselben treten die periphere
ven ab. In der Regel entspringen die Nerven der höheren Sinnesorgane (der
Antennen) von dem Kopfganglion. Die Hörorgane sind dagegen ihrer verschied
rung entsprechend mit verschiedenen Nerven verbunden. In die Nerven der
sind Ganglien eingebettet, sodass sie ein gewissermaassen selbständiges System
welches funktionell mit dem Sympathicus der Wirbelthiere verglichen werde

Bei den Mollusken findet sich ebenfalls ein Nervenschlundring. A
fang des Darmrohrs liegt eine paarige Ganglienmasse auf, unter dem Schlund lager
ein paarig gegliedertes Ganglion, alle stehen unter einander durch ringförmig v
Verbindungsstränge in Zusammenhang. Aus dem Schlundring geht das peripher
vensystem hervor, in welches häufig zahlreiche kleine Ganglien eingelagert sind

Bei den Wirbelthieren lagern die Centralorgane des Nervensystems in einem
Axe des Rückgrates gelegenen, von dem oberen Bogensysteme desselben
Kanale. Man trennt das nervöse Centralorgan im Rückenmark und Gehirn,

rsten Formen der Wirbelthiere (Myxinoiden) wird diese Trennung undeutlicher. Im meinen stehen Rüchenmark und Gehirn im umgekehrten Verhältniss der Ausbildung,

Fig. 255. Fig. 256.



systen von Insekten. *A* von Termes (nach Lespès). *B* eines Käfers cus). *C* einer Fliege (nach Blanchard). *gs* Oberes Schlundganglion (Genglion). *gi* Unteres Schlundganglion. *gr* g^2 g^3 Verschmolzene Ganglien des Bauchmarks. *o* Augen.

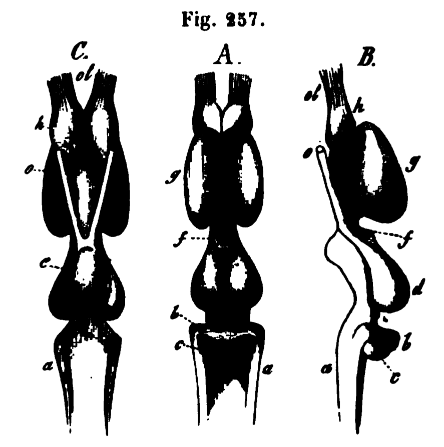
Nervensystem von Aeolidia. *a* obere Schlundganglien. *b* Kiemenganglien, zum Theil die unteren Schlundganglien, die den oberen direkt angefügt sind, verdeckend. *t* Ganglion des Tentakelnerven. *n* Nervenstämme zum Fusse.

en niederen Wirbelthierklassen überwiegt ersteres in seiner oft beträchtlich, am deutlichsten zeigt sich das entgegenzte Verhalten bei dem Rückenmark und Gehirn des Menschen.

le Gehirne der Fische bieten in ihren niedersten Formen (Cyclostomen und unter n vor allen Myxinoiden) die einfachsten ltnisse dar, die einzelnen Abschnitte ver sich bei ihnen ziemlich gleichartig. Bei höher entwickelten Fischen zeichnet sich ehirn meist durch eine ansehnliche Entlung der Bulbi olfactorii aus, welche als wahre Gehirnlappen erscheinen.

ter den verschiedenen Abschnitten des nes ist das dem Cerebellum entsprechende hirh am wenigsten entwickelt, es bildet nur eine quer über die Rautengrube verde Kommissur, von der Mitte ragen öfters der mehrere Protuberanzen in die Rautenvor (Fig. 257). Sowohl bei den Ganoïden den Teleostiern füllt den grössten Theil chädelinnenraumes ein fettzellenhaltiges gewebe aus, zwischen dem Periost der elhöhle (Dura mater) und der eigentlichen haltigen Gehirnhülle (Pia mater) gelagert, ach der Arachnoidea der höheren Wirbelentsprechend. Analog dringt er auch in

Fig. 257.



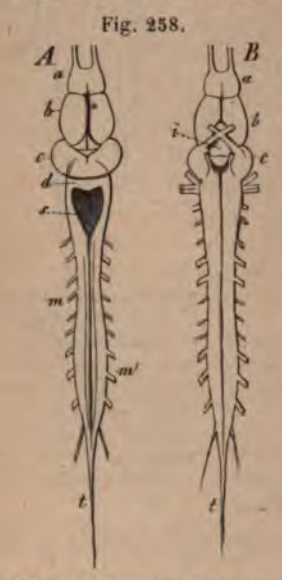
Gehirn von Polypterus bichir. *A* Von oben. *B* Seitlich. *C* Von unten. *h* Lobi olfactorii. *g* Vorderhirn. *f* Zwischenhirn. *d* Mittelhirn. *bc* Hinterhirn. *a* Nachhirn (Medulla oblongata). *ol* N. olfactorius. *o* N. opticus. (Nach J. Müller).

die Rückgratshöhle vor. Bei manchen Fischen (Selachiern, z. B. Carcharias) ... telhirn durch »Faltung der Oberfläche« (cf. oben Entwickelungsgeschichte) zwei Windungen. Die Medulla oblongata zeigt bei den Fischen eine bedeutende Breite ... weitere Differenzirungen, so erhält sich als ein grosser, zweitheiliger Lappen ... tricus, z. B. bei den elektrischen Rochen am Sinus rhomboidalis ein Theil des Daches.

Bei den Amphibien zeigt das Vorderhirn eine Theilung in zwei Hemisp... vorne sitzen, mehr oder weniger vom Vorderhirn differenzirt, die Lobi olfacto... Cerebellum (Nachhirn) zeigt noch keine höhere Entwickelung (Fig. 258).

Schon bei den Fischen ist eine Beugung am Zwischen- und Mittelhirn zu er... Reptilien tritt sie noch deutlicher hervor, und in der Region des Nachhirns ... zweite Beugung hinzu. Das Vorderhirn lagert ... entwickelte Hemisphären, an die sich nach vor... bar die Lobi olfactorii anschliessen, über das Z... das Mittelhirn zeigt eine flache Längsfurche. ... und Eidechsen ist das Hinterhirn noch wenig höh... bei den Schildkröten wird es breiter, und bei de... beginnt eine Trennung in zwei Hemisphären. ... nähert sich das Gehirn der Vögel dem der ... indem hier das Cerebellum das Nachhirn fast ... deckt und sein mittlerer Abschnitt eine deutliche ... von querstehenden Blättern besitzt (Fig. 259). ... finden sich Andeutungen von wahren Windungen ... hirnoberfläche. Die Corpora striata zeigen sich ... Amphibien, sie sind bei den Reptilien stärker ... bilden als von der seitlichen Wand in die Gehi... einwuchernde Ganglienmassen bei den Vögeln ... Theil des Vorderhirns.

Fig. 258.



Gehirn und Rückenmark des Frosches. *A* Von oben. *B* Von unten. *a* Bulbi olfactorii. *b* Vorderhirn (Hemisphären). *c* Mittelhirn (Vierhügel). Zwischen *b* und *c* die Sehhügel. *d* Hinterhirn (Kleinhirn). *e* Nachhirn. *i* Infundibulum. *s* Rautengrube. *m* Rückenmark. *t* Filum terminale desselben.

Bei dem Gehirne der Säugethiere rück... olfactorii an die Unterfläche des Gehirns. Die ... welche die Hemisphären trennt, zeigt auch ... trächtliche Tiefe. Die hinteren Abschnitte der ... entwickeln sich mehr und mehr. Am tiefsten ... hirne der Monotremen und Beutelthiere. Bei M... den höheren Affen überlagert das Vorderhirn ... bellum (Hinterhirn), es bildet sich dabei eine ... setzung der Seitenventrikel aus, in welche der ... campi minor (Mensch, Orang) hereinragt. Bei ...

Fig. 259.



A Gehirn einer Schildkröte (nach Bojanus). *B* Eines Vogels. Senkrechte Medianschnitte. *I* ... Mittelhirn. *IV* Hinterhirn. *V* Nachhirn. *ol* Olfaktorius. *o* Optikus. *h* Hypophysis. *a* (in *B*) ... der Hemisphären des Mittelhirns. *c* Commissura anterior.

rn und Insektenfressern werden die Vierhügel nicht vollkommen bedeckt. Die Ober- der grossen Hemisphären ist entweder glatt oder zeigt mehr oder weniger denen des chen entsprechende Windungen. Ganz glatt ist die Oberfläche der Hemisphären rnithorynchus, bei carnivoren und insectivoren Beutlern und Edentaten. Spuren von lungen zeigen sich bei Echidna, den meisten Nagern, Insektivoren, Chiropteren, bei chen Prosimiae und Arctopitheci. Besser entwickelt sind sie bei den Carnivoren, dann n Cetaceen und Ungulaten. Bei den meisten Affen ist ihre Anordnung einfacher, bei höheren Affen nähern sie sich mehr und mehr denen des Menschengehirns. Bei Del- en und Elephanten sind die Windungen sehr zahlreich. Auch die Windungen des Cere- lum zeigen bedeutende Mannichfaltigkeiten, ihre Anordnung ist bei Ungulaten sehr auf- nd unsymmetrisch. Bei Carnivoren findet sich Verknöcherung des Tentorium cerebelli. Durch Offenbleiben der Medullarrinne bildet sich auf der Lendenanschwellung des kenmarks der Vögel eine rautenförmige Einsenkung (Sinus rhomboidalis). Das kenmark füllt nicht den ganzen Winkelkanal aus, beim Frosch und bei Vögeln findet wie bei Säugern eine Cauda equina.

Unter den Gehirnorganen verdient noch das Chiasma nervorum opticorum einige rte. Es findet sich in verschiedener Entwickelung. Bei den Cyclostomen verlaufen die ei jederseits zu dem betreffenden Auge und verbinden sich nur nahe an ihrer Austritts- le aus dem Gehirn durch eine Kommissur. Neben der Kommissur findet eine vollstän- Durchkreuzung statt bei den Knochenfischen. Indem der eine meist über den andern läuft, gelangt der Optikus der rechten Hirnseite zum linken, der der linken Seite zum ten Auge. In einigen Fällen, z. B. bei Clupea tritt der eine Optikus durch eine Spalte andern hindurch. Bei den übrigen Fischen und Wirbelthieren scheint immer nur eine lweise Kreuzung vorzukommen.

II. Sympathikus.

Zum Bau des Sympatikus.

Wir finden an vielen Stellen des Körpers ausserhalb der eigentlichen ner- n Centralorgane Ganglienzellen einzeln oder in Gruppen vereinigt mit Nerven- n in Verbindung stehend; wir können nicht umhin, auch diese Gebilde für se Centralorgane von ähnlicher Dignität, wie die im Rückenmark und Gehirn genen, zu halten.

Diese Ganglienzellen (Fig. 260) finden sich vor allem an den der Willkür ent- nen Bewegungsorganen und Sekretionsorganen des Körpers also vor allem an Drüsenin den glatten Muskelfasern; sie bewegen den Darm und alle Einge- de, das Herz (der einzige Fall der Beeinflussung quergestreifter Muskelfasern h Sympathikus) etc., sie kommen aber auch sonst am peripherischen Ner- ystem in ziemlicher Menge vor. In den nervösen Endapparaten der Sinnes- ne trafenwir überall auf Zellen, welche sich durch den Zusammenhang mit enfasern als wahre Nerven- oder Ganglienzellen dokumentirten.

Die genannten Bewegungsorgane haben in ihren Ganglienzellen gleichsam e, eigene Gehirne und Rückenmarke, die ihre Bewegungen vermitteln, auch noch, wenn die betreffenden Organe dem Einfluss der grossen Nervencen- entzogen sind. Ein ausgeschnittenes Froschherz schlägt noch, angetrieben die in ihm gelegenen Ganglien, stundenlang fort; nach der Zerstörung des enmarkes bei Fröschen haben die organischen Vorgänge der Verdauung, der

weideäste der Cerebrospinalnerven betrachten, welche vor ihrer Verzwei-
aus den Ganglien neue Elemente beigemischt erhalten. Indem sich die ein-
n nach den Wirbelsegmenten geordneten Ganglien durch Kommissuren ver-
n, kommt die Bildung der Grenzstränge des Sympathikus zu Stande.

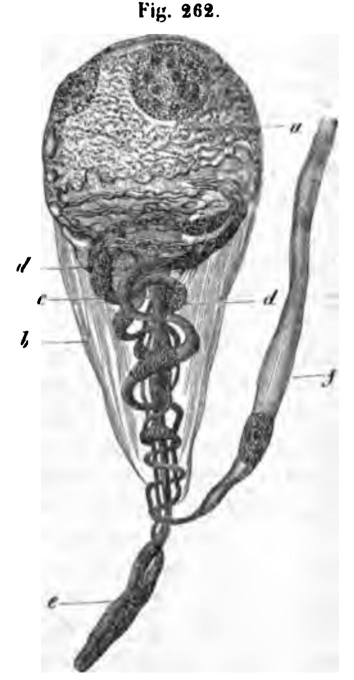
Die Ganglien oder Nervenknoten des Sympathikus (S. MAYER) sind von einer
gewebigen, Blutgefässe führenden Hülle, welche Fortsätze in das Innere zwi-
die einzelnen Zellen entsendet, umschlossen. Jedes Ganglion hat einen zu-
nen abtretenden Nerven, deren Fasern die Nervenzellen meist sehr unregel-
g umlaufen.

Die sympathische Ganglienzelle zeigt im Allgemeinen die Eigenschaften der
rospinalen Nervenzellen, doch finden sich je nach ihrer Lagerung ziemliche
nverschiedenheiten. Am öftesten ist ihre Gestalt oval, rund, birnförmig
spindelförmig, manche zeigen eine rechteckige Begrenzung (im Ganglion coe-
n (BIDDER) und an anderen Orten (S. MAYER). Die sympathische Ganglien-
besitzt keine Zellmembran, doch ist sie von einer bindegewebigen, der
ANN'schen Nervenscheide analogen Kapsel umgeben, welche nach FRÄNZEL
Menschen und verschiedenen Thieren auf der Innenfläche ein polygonales
nepithel trägt. Vom Kern und Kernkörperchen ausstrahlend finden sich in
ellsubstanz zahlreiche Fibrillen, Fädchen ARNOLD, COURVOISIER, S. MAYER),
e die oft doppelt in einer Zelle vorkommenden Kerne mit einander in Ver-

Fig. 261.

i multipolare Zellen, eine vom Kind, eine vom Erwachsenen.

Fig. 262.



Ganglienzelle aus dem Sympathikus des Laubfrosches (nach BEALE). a Zellenkörper; b Hülle; c gerade nervöse Faser und d spiralige Fasern; Fortsetzung der ersteren e und der letzteren f.

ing setzen (BIDDER, S. MAYER).

KÖLLIKER u. A. behaupten das Vorkommen
rer sympathischer Zellen. An der Mehrzahl
Zellen lassen sich aber sicher mehrere Aus-
r nachweisen, denen der cerebrospinalen Zel-
ntsprechend. Doch ist die Anordnung der
ätze meist eine andere als bei jenen. Nur hier
da scheint ein Axencylinderfortsatz oder sogar
rere neben verästelten Fortsätzen aus der
hervorzutreten. Oft entspringen (bei Frö-
und Säugethieren) aus dem schmalen Ende
enförmig gestalteter Nervenzellen zwei Fasern,
ine läuft in gerader Richtung fort: gerade
r, die andere legt sich in mehr oder weniger
sprochenen Spiraltouren um die erstere herum:
alfaser. Beide gehen schliesslich in wahre
nfasern über und trennen sich in ihrem

weiteren Verlauf (Beale, Arnold, Courvoisier, Kollmann u. A.). Die
Faser soll aus dem Kern oder Kernkörperchen entspringen. Die Spiral…
aus dem in der Zelle gelegenen Fasernetze hervor. Nach Courvoisier…
schneidungsversuchen soll die gerade Faser cerebrospinal, die Spiralfa…
pathisch sein, Bidder nimmt das Gegentheil an.

Im Sympathikus finden sich alle Gattungen von Nervenfasern, vor al…
und mitteldicke markhaltige Fasern und die oben beschriebenen vers…
Formen markloser Fasern.

Zur vergleichenden Anatomie. Den Leptocardiern scheint das sympathische Sy… zu fehlen, auch bei den Cyclostomen ist sein Verhalten noch wenig aufgeklärt. … Fischen findet sich bei den Selachiern der Grenzstrang längs der Leibeshöhle, b… ragt er in die Caudalregion. Wenig ausgebildet ist der Grenzstrang bei den Sch… besitzen auf grössere Strecken einfache Rami intestinales. Bei Krokodilen und Vö… sich am Halstheile die Längsstämme, der Hauptstamm liegt im Vertebralkana… pathicus medius begleitet die Carotiden, hängt aber an mehreren Stellen durch … dungen mit dem tieferen Strange zusammen. Ein analoges Verhalten zeigen die S… Bei Säugethieren lagert der Sympathikus ähnlich wie bei den Menschen. Ue… geweidenervensystem der wirbellosen Thiere (Arthropoden) cf. oben S. 900.

Physiologische Wirkungen des Sympathikus.

Die Physiologie des Sympathikus stimmt in ihren Grundzügen m… cerebrospinalen Systems überein. In Beziehung auf die Reiz- und Du… dungsversuche am Sympathikus muss daran erinnert werden, dass die… nur den Durchtritt von Fasern mit gewissen physiologischen Funktio… ihn erweisen, über deren (wohl meist cerebrospinalen) Ursprung aber… Nichts aussagen.

Unter den im Sympathikus verlaufenden Nervenfasern können wi… torische, motorische und excitomotorische Fasern untersch… man in Beziehung auf die Reflexthätigkeitserregung die centripetalleiten… sitiven Fasern zu nennen pflegt. Der wesentlichste Unterschied, der zwi… beiden Systemen existirt, ist die mangelnde Verbindung der motorischen … schen Fasern mit den Bewegungscentren des Willens, (die von ihnen ve… Bewegungen sind unwillkürlich) und dann die geringe Wegsamkeit, … sensiblen Bahnen — Nervenfasern — zeigen, mit denen der Sympathikus … Empfindungsmittelpunkten des Sensoriums zusammenhängt. Die Rei… sehr starke, krankhafte sein, bis einmal die durch sie gesetzte Verän… den sensiblen Fasern zum Bewusstsein gelangen kann.

Cl. Bernard giebt an, im Systeme des Sympathikus selbst einen … vorgang aufgefunden zu haben. Es ist uns bekannt, dass auf Gesch… der Schleimhaut des Mundes, die Speichelsekretion in gesteigertem M… sich geht. Man kann sich diesen Vorgang veranschaulichen, indem man … dass von den sensiblen Mundnerven aus ein Bewegungsvorgang refle… auf die sekretorischen Fasern der Speicheldrüsen. Die Submaxill… erhält wie die anderen Speicheldrüsen ihre Nerven aus zwei Quelle… pathische und cerebrospinale. Die letzteren verlaufen für sie in der Ch… pani zum Lingualis, das betreffende Stück des letzteren wird Truncus ty…

is genannt. Von diesem treten die Nerven in das Ganglion submaxillare
1 von da in die Drüse. Mit der Durchschneidung des Truncus tympanico-
is ist also die Verbindung der Drüse mit dem Centralnervensystem aufge-
trotzdem findet der Reflexvorgang auf Reizung hier auch dann noch statt,
›weise, dass derselbe in den Ganglion submaxillare selbst, dem einzigen
brigen nervösen Centralorgane, seinen Sitz hat. ECKHARD zweifelt jedoch
xperimenten die Thatsache an (S. 909).

usser diesem noch zweifelhaften Reflexvorgange, finden sich im Sym-
is auch noch automatische Bewegungs- und Sekretionscentren.
'ir haben schon die allein vom Sympathikus abhängenden Bewegungen des
:hnittenen Herzens erwähnt. Die Forschung unterscheidet zwei solche
itische Centren im Herzen, die in ihrem Thätigkeitserfolge einander ent-
esetzt sind. Das eine automatische Centrum bewirkt durch seine Erregung
'thmischen Bewegungen des Herzens. Das andere wirkt hemmend auf die
das erste eingeleiteten Bewegungen.

'ir haben hier ein Beispiel der Thätigkeit jener eigenthümlichen Nerven-
;, welche durch ihre Erregung, anstatt Thätigkeit der mit ihnen verbundenen
› auszulösen, bestehende Bewegungen in ihnen verlangsamt oder vernich-
ər sogenannten Hemmungsnerven. Wir lernten als ein derartiges ner-
)rgan das Reflexhemmungscentrum im Gehirne kennen, wodurch der Wille
ebrospinalen Nervenbahnen Bewegungen zu unterdrücken vermag.
aben wir ein Hemmungsorgan im sympathischen Systeme im Herzen selbst
ı, auf seiner Thätigkeit beruht die regelmässige Rhythmik der Herzbewe-
ı, stärkere Reizzustände in ihm können die Herzbewegung sogar vollkommen
en machen. Der Vagus besitzt einen Einfluss auf dieses Hemmungscen-
m Herzen, indem seine Erregung die Erregung desselben und damit Ver-
mung und schliesslich völliges Aufhören der Bewegungen des Herzens ver-
t. Der Vagus wird dieser Wirkung wegen als Hemmungsnerve beschrieben.
usser dem Vagus und dem Reflexhemmungscentrum wird noch ein Hem-
nerve dem sympathischen Systeme zugerechnet. PFLÜGER fand, dass Rei-
des Splanchnicus major die peristaltischen vom Sympathikus ab-
,en Bewegungen des Darmes aufhebt (S. 322).

Vir sahen im cerebrospinalen Systeme die einzelnen Bewegungen der von
›hängigen Organe zu für den Organismus zweckmässigen Bewegungsgruppen
nden, und sahen, dass wir dafür Koordinationscentren voraussetzen
n, welche besonders leicht durch einen einzigen äusseren Anstoss in Ge-
ıthätigkeit gerathen können. Solche geordnete Bewegungen zeigen auch die
ympathikus versorgten Organe, sodass wir auch in ihm angeborene Koordi-
scentren voraussetzen müssen. Eine solche koordinirte Bewegung zeigt,
ir gesehen, besonders das Herz, dessen einzelne Abschnitte sich in zweck-
ger Reihenfolge zusammenziehen und erschlaffen. Auch die peristaltischen
›ewegungen sind dafür ein Beispiel, bei denen auch in einer für den Ge-
torganismus, für die Fortbewegung des Darminhaltes zweckmässigen Weise
lie Kontraktionen über das gesammte Darmrohr hinwegziehen. Auch die
ıktionen der übrigen Eingeweide, z. B. des schwangeren Uterus bei der Ge-
sind hierher zu rechnen.

)as sympathische System steht, obwohl wir gesehen haben, dass es die

direkten Willenseinflüsse ausschliesst, doch in vielseitigem Zusammen dem cerebrospinalen Systeme. Die Einwirkung des Vagus auf die Herz ist dafür ein experimenteller Beweis, ebenso die Einwirkung der sensi zung der Mundschleimhaut auf die Submaxillardrüse. Auch vom sym Systeme aus werden fort und fort cerebrospinalen Nervencentren E zustände zugeleitet. Wir sprachen schon von der Einwirkung der durch dem Athemcentrum zugeleiteten Erregung, welche zum Theil im sym Systeme, das die Eingeweide innervirt, ihren Grund hat.

Auf den Bahnen des Sympathikus werden der glatten Muskulatur gefässe die cerebrospinalen Erregungen zugeleitet. Ihr normaler Ko zustand, in dem wir sie in normalem Verhalten immer verharren sehen ist von der Einwirkung des **Sympathikus** abhängig; in ihm lau nach deren Durchschneidung sich die Gefässe durch Erschlaffung ihr wände, die nun dem Blutdruck nachgeben, erweitern. Das bekannte mentelle Beispiel für diese Wirkung des Sympathikus ist der Erfolg se **schneidung** am Halse (Cl. Bernard), auf welche eine Erweiterun gefässe, mit gesteigerter Wärmeabgabe an den davon betroffenen St ganzen betroffenen Kopfseite erfolgt. **Reizt** man dagegen den Sym ziehen sich die von der gereizten Stelle versorgten Arterien zusamme zeitig zeigen sich dabei natürlich seine Einflüsse auf alle von ihm Organe. Bezold zeigte, dass Sympathikusreizung am Halse den R Herzbewegung beschleunige. Wir sahen, dass gleichzeitig die Speic rung erregt wird und eine veränderte chemische Richtung erhält, dal die Pupille erweitert.

Da die Bewegungen der Eingeweide von dem Sympathikus vermi so ist es verständlich, wie die Reizung des Brust- und Bauchtheile sowie sein Plexus derartige Bewegungen hervorbringt: Bewegungen der Harn- und Geschlechtsorgane, gleichzeitig mit Beeinflussung d muskulatur. Auch die Milz soll sich durch Reizung des Plexus lienalis ziehen und verkleinern.

Der Sympathikus hat **sekretorische Fasern** für die Speiche die Thränendrüse. Einflüsse auf eine Anzahl anderer Sekretionen muthet.

Ausser den bisher besprochenen Wirkungen werden dem Symp **trophische, ernährende** Einflüsse auf die Organe zugeschri glaubt, dass eine regelmässige Innervation vom sympathischen Ne aus nothwendig sei, um die Organernährung in richtiger Weise vor si lassen. Man deutet in diesem Sinne die allgemeine Verbreitung der sy Fasern, die sich sogar in die cerebrospinalen Nervencentren zu die hineinbegeben. In gewissem Sinne können auch den motorischen torischen Fasern trophische Einflüsse zugeschrieben werden. Wir wis Nichtgebrauch, also mangelnde Innervation die Organe atrophiren, fe lässt. Die Durchschneidung der motorischen und sekretorischen Fase stets Ernährungsstörungen in den gelähmten Organen im Gefolge.

menstellung der Versuchsergebnisse über die Sympathikuswirkung.

I. Kopftheil des Sympathikus.

łeflexvorgang im Ganglion submaxillare (G. linguale) (Bernard). Wenn man den ingualis (Truncus tympanico-lingualis) vor seiner Verbindung mit dem Ganglion ıneidet, sodass dadurch der Zusammenhang des N. lingualis mit dem Gehirn, nicht dem Ganglion aufgehoben ist, so kann man durch chemische und elektrische Rei- peripherischen Zweige dieses Nerven noch Speichelabsonderung erregen. Eckhardt lie Wirkung der chemischen Reize an, und will die auch von ihm gesehene Wir- elektrischen Reizung auf Stromschleifen zurückführen, welche die Speichelnerven regen.

II. Halstheil des Sympathikus

kung des Sympathikus auf die Pupille. Nach nicht zu tiefer Durchschnei- s Grenzstranges beobachtet man, wenn die durch den Reiz der Durchschneidung , gesetzte Erweiterung vorüber gegangen ist, bleibende Pupillenverengerung. n den centralen Sympathikusstumpf, so tritt Pupillenerweiterung ein. Die Verenge- r Pupille erfolgt also durch das Aufhören eines durch den Sympathikus geleiteten eizes (Valentin, Biffi). Budge fand, dass auf Reizung die Erweiterung der Pupille ıninchen und Hunde) nur vom unteren Halsganglion aufwärts erfolgt, und dass die zstrang aufsteigenden, die Pupille beeinflussenden Fasern aus dem Rückenmarke ı und zwar direkt aus dem Stücke desselben, das zwischen den ersten drei Brust- eingeschlossen ist: Centrum ciliospinale; über ein höher gelegenes Centrum n Funktion cf. oben (S. 718). Auch auf Durchschneidung des Ganglion Gasseri tritt e Pupillarverengerung in noch höherem Grade als nach Sympathikusdurchschnei- . Reizung des centralen Sympathikusstammes hat ein Hervortreten des Augapfels Augenhöhle: Exophthalmus, zur Folge.

)urchschneidung des Sympathikus am Halse erhöht die Temperatur am l Halse. Es erfolgt dieses durch Lähmung der Gefässmuskeln und dadurch gestei- lutandrang (vasomotorische Fasern, aus dem Cerebrospinalsystem).

ıng des centralen Endes des durchschnittenen Halssympathikusstammes erregt Ab- ıg in den Speicheldrüsen und der Thränendrüse (sekretorische Fasern).

Reizung des Sympathikus am Halse erfolgt Beschleunigung des Herzschlages (be- gende Fasern für das Herz).

er wird von den Brüdern Cyon angegeben, dass durch den dritten Ast des unter- alsganglions (und das häufig mit demselben vereinigte Ganglion stellatum, das Brustganglion) beschleunigende Fasern zum Herzen geleitet werden. Der d zweite Ast sollen die Ursprünge der depressorischen Fasern sein. In dem Hals- s Sympathikus sollen auch sogenannte pressorische Fasern verlaufen, welche brospinale Gefässcentrum erregen. Er soll auch zum Cerebrospinalsysteme verlau- mmende Fasern für die Herzbewegung enthalten (cf. Herz- und Gefässnerven).

III. Brust- und Bauchtheil des Sympathikus.

›berste Brustganglion, Ganglion stellatum, das oft mit dem letzten Halsganglion ver- ist, führt beschleunigende Nervenfasern dem Herzen zu, sie gelangen ›n Halsgrenzstrang und durch die mit der Arteria vertebralis verlaufenden Fasern ıglion (A. von Bezold und Bever). Der Plexus cardiacus enthält vom und zum verlaufende Nervenfasern vom Vagus, Depressor, Sympathikus.

vi splanchnici. Sie sind überwiegend cerebrospinaler Natur (Rüdinger). Sie eine hemmende Einwirkung auf die Darmbewegungen, die sie aber (Ludwig, Nasse) ıständen auch anregen können. b) Sie erregen rhythmische Arterienkontraktionen

und steigern dadurch den Druck im arteriellen Blutgefässsystem (Bezold, und
haupt die vasomotorischen Fasern für die Unterleibsgefässe. Sie sollen auch ce
laufende Fasern haben, welche reflektorisch hemmend auf das Herz wirken
hauptet (Bernard), dass nach Durchschneidung des Nervus splanchnicus major
chen der Harn reichlicher aus den Ureteren abfliesse; Reizung des peripher
vermindere den Harnabfluss. d) Gräfe und Eckhard behaupten, dass nach S
durchschneidung Zucker im Harne auftrete.

Ganglien des Grenzstranges. Nach Bernard sollen die Fasern, we
theile des Sympathikus verlaufend die Gefässweite und Temperaturabgabe
Kopf reguliren (cf. oben) wahrscheinlich vom zweiten Ganglion des Bruststam
Für die vorderen Extremitäten sollen die Fasern mit der gleichen Funktion
Brustganglion austreten. Vielleicht haben die übrigen Ganglien in der Brus
Aufgabe für Brust und Rücken. Die Regulirung der Temperaturabgabe und
der unteren Extremitäten (Bernard) erfolgt durch Wirkung der Ganglien, w
Lumbosacralgeflecht in Verbindung stehen.

Reizung des Bauchtheils des Grenzstrangs und seiner Plexus
nachbarten Organen Bewegung veranlassen oder vorhandene verstärken. D
teren, Harnblase, Uterus, Samenblasen sollen unter diesem Einfluss stehen
schneidung sah man Cirkulations- und trophische Störungen. Auf Exstirpati
cardiacum beobachtete Lamanski temporäre Verdauungsschwäche (Entleer
Nahrung). Eine Reihe von Forschern (Frankenhäuser u. A.) haben sich
der Kontraktionen des Uterus beschäftigt. Sie treten ein durch Reizung
gastrici, aber ebenso durch Reizung am ganzen Rückenmark und am Kleinhi
Weise das automatische Bewegungscentrum liegt. Die cerebrospinalen
Uterus vorzüglich aus dem Abschnitt, der dem letzten Brustwirbel und dem
wirbel entspricht (S. 898).

Die Nebennieren werden von Einigen dem sympathischen Systeme beige
reich an Nervenzellen sind. Nach Addison stehen sie mit der Pigmentbi
unaufgehellten Zusammenhang, ihre Entartung soll eine abnorm dunkle
veranlassen (Bronzed skin, Addison'sche Krankheit).

Physiologie der Zeugungsdrüsen.

Siebenundzwanzigstes Kapitel.

Die Zeugungsdrüsen. Hoden und Eierstock.

Die Funktion der Zeugungsdrüsen.

Die Zeugungsdrüsen sind in ihrer Funktion wesentlich von den bisher be-
henen Drüsen verschieden. Ihre Bestimmung ist nicht wie die fast aller
en Körperorgane auf die Erhaltung des Individuums, sondern auf die Erhal-
und Fortpflanzung seiner Art gerichtet. Und auch noch weitere nicht weniger
greifende Unterschiede scheinen zu existiren. Während die Mehrzahl der
gen Drüsensekrete amorphe Flüssigkeiten sind, erscheinen die Zeu-
drüsen als das Wesentliche der Ausscheidungen, geformte Bestand-
e, Zellen oder Körper von der Dignität einer Zelle, die Eizellen und
amenfäden, die nach den neuesten Beobachtungen als »kleine Flimmer-
« (Pflüger) bezeichnet werden dürfen. Die amorphen Drüsensekrete haben
hst gewisse chemische Wirkungen auf Bestandtheile des Organismus
oder auf die zur Einverleibung in den Körper bestimmten Nahrungsstoffe
lben; die Thätigkeit der Zeugungsdrüsen gipfelt sich dagegen in forma-
Leistungen. Wir sehen männliche und weibliche Keimzellen mechanisch
nander verschmelzen, um die Grundlage eines neuen Zellenbaues zu werden.
Wir dürfen hier aber nicht vergessen, dass die Thätigkeit auch einer Reihe
er Drüsen, der Lymphdrüsen und Blutbildungsdrüsen vornehm-
uch in der Produktion von Zellen besteht, die kaum weniger als die einzel-
eimzellen bis zu einem gewissen Grade ein individuelles Leben führen. Wir
die Lymphzellen physiologisch umgestaltend, z. B. auf die in der Verdauung
nommenen Flüssigkeiten einwirken, denen sie erst das Gepräge des Lebens
cken; die Beobachtungen Cohnheim's haben uns gelehrt, dass solche aus
Gefässsystem in die Gewebe ausgetretene und dadurch gleichsam selbständig
dene Zellen, ihr individuelles Leben noch weiter dokumentiren durch Bil-
neuer Zellen, die sich sogar an dem Gewebsaufbau betheiligen können. Der
schied zwischen den formativen Leistungen der Keimzellen und der Zellen
nderen Drüsen und Körperorganen scheint also vor allem darin zu beruhen,
lie letzteren doch meist nur Zellen produciren, die den Mutterzellen analog
während die Vermehrung der Keimzellen die verschiedenartigsten Zellen,
be, Organe hervorbringt, welche alle sich zu einem Gesammtorganismus
iren, derselben Art, wie diejenigen von denen die Keimzellen stammten.



Keime kann keinen Einwurf begründen. Die Betrachtung
ersten Kapitel hat uns schon gezeigt, dass zur Zellvermehr
die Entstehung eines neuen Gesammtorganismus aus den K
Konjugation zweier heterogener Protoplasmakörper: der E
körper nicht absolut erforderlich ist. Auch bei den Säugeth
wenigstens die ersten Stadien der Entwickelung ohne Be
einigung mit den Elementen des männlichen Samens durch
bei der Parthenogenesis schreitet die Umbildung d
Eies bis zu den letzten Zielen der Entwickelung vor (v. S

Der Hoden und sein Sekret.

Der Hoden, Testis, ist eine Drüse, deren secerniren
zahlreichen, ausserordentlich langen, engen, gewundenen H
kanälchen oder Samenkanälchen, Tubuli seminales,
von den übrigen als bekannt vorausgesetzten Hüllen werde
senelemente umschlossen von einer festen, ziemlich dicken
Haut, der Tunica albuginea s. propria testis, welche aus Bin
spärlichen, elastischen Fasern besteht. Sie sendet von ihr
zahlreiche platte Fortsätze als unvollkommene Scheidewänd
nach dem hinteren Rande zu verdickt sie sich und dringt als
zu welchem die Septula verlaufen, in die Drüsensubstar
Scheidewände wird die eigentliche Drüsensubstanz in keg
Läppchen zertheilt, deren Spitzen sich dem Corpus Highmori
In dem interstitiellen Bindegewebe finden sich Zellenhaufen,
Zellen der Bindesubstanz zuzurechnen sind (Kölliker). In
Septula liegen, 1—3 in jedem Fache, vielfach gewunden

rmige Massen darstellen (Fig. 263). Sie vereinigen sich als **Samenkegel**, asculosi, durch Bindegewebe zuerst zu dem **Kopf des Nebenhodens**, dann allmählich zu einem einzigen en Gange von 0,2‴ Durchmesser men, der an dem hinteren Rande des s unter zahlreichen Windungen nglichen **Körper oder Schwanz Nebenhodens** bildet. Dieser noch das sich abzweigende, blind-nde **Vas aberrans Halleri** aus, t mehr und mehr seine Windungen vird zu dem gerade verlaufenden 1‴ weiten **Vas deferens**. Der messer der Samenkanälchen be-0,05—0,063‴, der Tubuli recti 0,1667‴.



Der Hoden des Menschen nach ARNOLD. *a* Hoden, in die Läppchen bei *b* zerfallend; *c* Ductuli recti; *d* Rete vasculosum; *e* Vascula efferentia; *f* Coni vasculosi; *g* der Nebenhoden; *h* das Vas deferens; *i* das Vas aberrans Halleri; *m* Aeste der Art. spermatica interna mit ihrer Verbreitung an der Drüse *n*; *o* Arterie des Vas deferens, bei *p* mit dem vorhergehenden Gefässe anastomosirend.

n den **Samenkanälchen** haben ie Membran und den zelligen Inhalt terscheiden.

Nach KÖLLIKER ist die Membran eine ch derbe, bindegewebige **Faser-** mit Längskernen, an der nach auch bei dem Erwachsenen noch nd da eine Membrana propria zu nen ist, die LA VALETTE ST. GEORGE ndlichen Hoden regelmässig nach-n konnte. Die Membran ist mit Schichte eigenthümlich geformter, elter, unter einander zusammen-nder Zellen bekleidet (LA VALETTE EORGE), welche nach MERKEL ein das Samenkanälchen durchziehendes, fächeriges, schwammartiges Netz bilden. Der Inhalt der Samenkanälchen ist nach dem Alter verschieden, der Haupt-nach besteht er immer aus Zellen. Im kindlichen Alter sind die engeren e nur mit kleinen hellen Zellen erfüllt. Zur Zeit der Geschlechtsreife wächst nfang der Samenkanälchen und der in ihnen enthaltenen Elemente, welche e zur Zeit der Samenbildung meist helle runde Zellen und Blasen: **Samen-n**, oft mit einer grossen Anzahl von Kernen (bis 20) darstellen. Hie und ht man die Samenzellen in der Form von zusammenhängenden Zellketten. l ein- als mehrkernige Samenzellen zeigen nach LA VALETTE ST. GEORGE's ckung deutliche **amöboide Bewegungen**. Diese Zellen sind die Vor- des Samens.

Die **Ductuli recti** haben denselben Bau wie die Samenkanälchen, die Kanäle des Rete dagegen erscheinen als mit Pflasterepithel ausgekleidete Lücken im Gewebe des MOR'schen Körpers. In dem **Nebenhoden** tritt bald in der Faserhaut auch eine Lage er Muskeln auf, die weiteren Abschnitte des Nebenhodenkanals und der **Samenleiter** ben eine dicke Muskelschichte von längs- und querverlaufenden glatten Muskelfasern.

Die Vasa efferentia tragen ein einfaches flimmerndes Cylinderepithel, Nebenhodens besteht das Epithel aus sehr lang gestreckten Zellen mit langen Pinseln von Flimmerhaaren, auch das Epithel der Morgagni'schen flimmert (O. Becker). In den Samenkanälchen ist ein eigentliches Epithel meist

Hodensekret, Samen. Das unvermischte Sekret des Hodens, wie kräftigen Männern im ganzen Verlaufe des Vas deferens und im Sch Nebenhodens findet, ist eine weissliche zähe, geruchlose Masse. Es b nur aus den charakteristischen mikroskopischen Elementen, den Samenf äusserst wenig einer verbindenden Flüssigkeit. Als mehr zufällige Be findet man hier und da noch einzelne Körnchen, Kerne und Zellen b

Die Entdeckung der Samenfäden, Fila spermatica oder Sam chen, Spermatozoiden, Spermatozoa, welche sich in etwas verdünnte Samen in sehr lebhafter Bewegung zeigen, war eine der ersten Errung der Mikroskopie. Leeuwenhoek, welcher hier zuerst genauere Unter anstellte, nennt als Entdecker einen Studenten in Leyden, J. Ham (16 aktive Beweglichkeit, welche den Flimmerbewegungen analog ist, ver dass man sie zunächst für Thiere halten musste. Die Bezeichnung S stammt von Kölliker.

Die Samenfäden sind der männliche Zeugungsfaktor. Es ist für d lung der Lehre von der Zeugung und Konstanz der Species im Thie grosser Wichtigkeit, dass sie in ihrem nur in der Species konstant aber in der Thierreihe sehr verschieden (la Valette St. George). Die Same Säugethiere bestehen im Allgemeinen der Scheibenform sich annähernden Ko einem fadenförmigen Anhange. Die S des Menschen haben ein ovales Köpfche Faden zugekehrte Ende desselben ist v abgerundet (Fig. 264), nach oben geht dünne, in der Mitte etwas eingedrückte Sc sodass es von der Seite von mehr o birnförmiger Gestalt erscheint. Grohe un ger-Seidel nehmen an den Samenfaden eine strukturlose Membran schichte und eine Inhaltsmasse an, welche Grohe für kontraktil erklär feinere Struktur deuten noch gewisse Streifungen im Kopfe des S (beim Bären, Valentin) und die Differenzirung des letzteren in Kopf, (Schweigger-Seidel) und eigentlichen Faden.

Fig. 264.



Samenkörper des Menschen, a unentwickelte, b reife.

Das Auffallendste an den Samenfäden oder Samenkörpern ist ihre keit. Doch sind sie bei einigen Thieren (z. B. Oniscus) vollkommen be selbst innerhalb der weiblichen Geschlechtsorgane, bei Nematoden, und Krebsen zeigen sie nur amöboide Formveränderungen. Wie sch gedeutet, bedürfen auch die menschlichen Samenfäden einen äusser zur Einleitung ihrer Bewegung, wenigstens eine stärkere Verdünnun schenflüssigkeit. In dem Hodensekret selbst erscheinen sie bewegung wegen sich erst, nachdem dieses durch die Zumischung der Sekrete blasen, der Prostata und der Cowper'schen Drüsen verdünnt wurde.

gungsmodus der beweglichen Samenfäden ist sehr mannichfach verschieden. ☐geln, z. B. dem Kanarienvogel, pflegt die Bewegung eine gleichmässig fort☐ende zu sein mit gleichmässig rascher Axendrehung des ganzen Samen☐s, bei den Säugethieren ist sie hüpfend und zuckend, wobei das Kopfende ☐r voran gestossen wird.

☐ROHE glaubte, dass die Bewegung des Fadens durch Kontraktionen des ☐s des Köpfchens eingeleitet werde. Man hat dagegen darauf hingedeutet, sich am Köpfchen keine Kontraktionserscheinungen erkennen lassen, und auch kopflose Fäden oft noch lebhafte Schwingungen zeigen können. KÖL☐hat bewiesen, dass der Kopf des Samenfadens aus dem Zellkern entsteht ☐LETTE hat aber gezeigt, dass sich der bewegliche Schwanz aus dem Proto☐a der Samenzellen bilde, dessen amöboide Kontraktilität ebenfalls von ihm ☐ewiesen wurde (S. 913). Im Allgemeinen zeigt daher die Bewegung der ☐fäden die Eigenthümlichkeiten und Bedingungen der anderen Protoplasma☐gungen (cf. S. 105), sie stimmt darin etwa mit den Bewegungen der Flim☐llen überein. PFLÜGER erklärt den Samenfaden direkt für eine kleine Flim☐lle; am besten erhalten sich diese Bewegungen in schwach alkalischen ☐gen.

☐ie Dauer der Bewegung ist nach der Beschaffenheit der Flüssigkeit, in der ☐h befinden, sehr verschieden. Noch 48 Stunden nach dem Tode männlicher ☐ fand man in ihnen bewegungsfähige Spermatozoiden, in den weiblichen ☐lien bewegten sie sich noch 8 Tage nach stattgehabter Begattung.

☐ie ziemlich sparsamen Nerven des Hodens stammen vom Plexus sper☐us internus ab. LETZERICH sah Nervenfäserchen zwischen den Zellen der Samen☐chen endigen; die Enden sind nach ihm verhältnissmässig kurze, breite mit excentrisch aufsitzenden, runden, glänzenden Knöpfchen versehene Axen☐ler. Ein direkter Einfluss der Nerven auf die Samenbildung ist noch nachgewiesen; durch reichlichere Blutzufuhr zu den Genitalien scheint sie ☐ gesteigert zu werden. In dieser Richtung wirken sitzende, ruhige Lebens☐bei reichlicher Nahrung, entsprechende Richtung der Phantasie und Reizung ☐enitalien, vielleicht auch gewisse Gewürze (S. 171). Beim zeugungsfähigen ☐ ist die Samenproduktion eine stetige, die Thiere, wenigstens in der Frei☐bende, bereiten dagegen reifen Samen nur während der Brunstzeit. Die ☐ des gebildeten Samens zeigt bei demselben Individuum bedeutende ☐ankungen, die absolute Gesammtmenge ist stets ziemlich gering.

☐ie Lymphgefässe des Hodens sind reichlich entwickelt (PANIZZA), sie ☐en ihren Ursprung aus weiten, zwischen den Samenkanälchen verlaufenden, ☐m (LUDWIG und TOMSA), die mit einem Epithel ausgekleidet sind (HIS). Die ☐ichen Lymphgefässe scheinen für die Möglichkeit einer starken Resorption im ☐ zu sprechen, wodurch vielleicht, wenn keine Samenentleerung eintritt, ☐eil des stetig abgesonderten Sekrets wieder aufgenommen werden kann.

☐ie Blutgefässe des Hodens gehen aus der Art. spermatica interna ☐r und dringen vom hinteren Rande aus in die Drüsensubstanz ein, in wel☐ie die Samenkanälchen mit einem weitmaschigen Kapillarnetze umspinnen. ☐ebenhoden ist die Gefässvertheilung (Art. deferentialis) etwas sparsam. Den ☐en analog verhalten sich die Venen.

Die Bewegung der Samenfäden. Wie alle Protoplasmabewegungen werden
fäden durch Säuren sehr rasch aufgehoben. Es scheint auch hier für
bei der Bewegung zu sprechen, dass in schwach alkalischen Lösungen
wegungen länger erhalten, und dass wie die Flimmerzellen (VIRCHOW), so
fäden, wenn sie zur Ruhe gekommen, durch schwache Alkalilösungen wieder
versetzt werden können (KÖLLIKER). Die Bewegung erhält sich lange in Lösu
1 pCt. Chlornatrium, Chlorkalium, Chlorammonium, salpetersaueres Kali oder
1—10 pCt. phosphorsaueres, kohlensaueres oder schwefelsaueres Natron,
Magnesia oder Chlorbarium enthalten. Wie alle Säuren, so vernichten auch
Lösungen, besonders ammoniakalische die Bewegung, ebenso destillirtes Wasser
lösungen, bei beiden unter Quellung und Schlingenbildung an den Schwänzen,
Chloroform, Aether, Kreosot etc. Koncentrirte Lösungen von Salzen, Zu
können die Bewegungen der durch Quellung starr gewordenen Fäden zurück
LIKER). Kurare soll in exquisiter Weise als Reiz wirken, dagegen sind Kokain
saueres Morphium wirkungslos. Nach MONTEGAZZA bewahren die menschliche
die Bewegungsfähigkeit von 15—147°C. Bei 0° erhielt sie sich 4 Tage, auch
thauen kehrt sie zurück (dasselbe für Flimmerzellen S. 108).

Chemisch ist der Same bisher nur wenig erforscht. In dem reifen Hodense
fand KÖLLIKER 82,05% Wasser und 17,94 feste Stoffe, davon 13,138% Ei
Samenfäden, 2,165% phosphorhaltiges Fett und 2,637% Salze. Als Bestandth
führt v. GORUP-BESANEZ an: Wasser, ein kaseinähnliches Albuminat, phosph
nische Körper (Lecithin? Protagon?) und die Blutsalze, vorwiegend phosph
lische Erden. Bei der Fäulniss des Samens bilden sich reichlich Krystalle
sauerer Ammoniakmagnesia. Auch aus dem frischen Samen scheiden sich b
sternförmig gruppirte (monoklinometrische?) mikroskopische Krystalle aus,
nischer Natur, vielleicht dem Vitellin verwandt (KÜHNE). Dem ejakulirten Sa
den accessorischen Drüsen etwas Mucin beigemischt zu sein. Gegen Reage
sich die Samenfäden sehr resistent, sie werden weder durch koncentrirte
noch Salpetersäure, Essigsäure, oder kochende koncentrirte Sodalösung
löst. Aetzende Alkalien lösen sie in der Wärme. Sie widerstehen der Fäulni
dem Einwickeln am besten mit 1% Kochsalzlösung aufgeweicht, sind sie noch
z. B. zur **gerichtlichen Diagnose des Samens,** zu erkennen. Nach noch 3 Monate
in faulem Harn, selbst beim Glühen bleibt ihre Form unverändert zurück
der frischen Substanz des Hodens fand KÜHNE Glykogen.

Die dem ejaculirten Samen beigemischten Sekrete sind wenig bekannt
blasen enthalten eine eiweissreiche Flüssigkeit, mit kleinen farblosen Gerinn
stossenem Flimmerepithel. ECKHARD fand, dass auf direkte elektrische Reizu
zung der bei der Erektion betheiligten Nerven die **Prostata** des Hundes durch
tion ihrer glatten Muskeln einige (20—30) Tropfen ihrer Sekrete stossweise
Das Sekret enthält ein- und mehrkernige Zellen beigemischt, sowie amorphe k
seine Reaktion ist neutral, es enthält 98% Wasser, von den festen Stoffen
organischer Natur, davon 0,45—0,91% Eiweiss (BUXMANN).

Nach KÖLLIKER ist der ejaculirte Same fast farblos, schillernd, von al
tion und eigenthümlichem Geruch, bei der Entleerung zähflüssig und klebri
wird er beim Erkalten gallertig, nach einiger Zeit jedoch wieder dünner und

Die Entwickelung der Samenfäden ist zuerst von KÖLLIKER genauer erforscht
wies nach, dass die Samenfäden nicht, wie man es früher angenommen hatte,
belebte Wesen: Samenthierchen, sondern als Elementartheile des Organism
seien. Er lehrte ihre Entstehung aus Zellen kennen. Die Samenfäden bilden
nen Forschungen durch Umwandlung der Kerne der Samenzellen. Aus jed
sich nach KÖLLIKER ein Samenfaden bilden dadurch, dass der Kern sich verl
seinem einen Ende aus einen Faden treibt, während der Rest des Kernes

adens wird. Nach LA VALETTE entsteht nur der Kopf aus dem Kern, der Schwanz dagegen aus dem dem Kern benachbarten Zellenprotoplasma heraus und tritt mit rn in Verbindung. Nach der letzteren Ansicht ist der Samenfaden von der Dignität elle, eine kleine Flimmerzelle (PFLÜGER), männliche Keimzelle.

vergleichende Anatomie hat in allen Abtheilungen der Thierwelt, so weit es eine ge-tliche Fortpflanzung giebt, Samenkörper nachgewiesen, bei den Infusorien (Parame-urelia) beschrieb zuerst JOHANNES MÜLLER fadenförmige Körper, welche den ver-ten Nucleus erfüllen. Die Zoospermica der Säugethiere unterscheiden sich im einen wenig von denen des Menschen. Beim Schwein und ähnlich beim Stier, Schaf, ist die Spitze des eiförmigen Kopfes den Fäden zugekehrt, Mäuse und Ratten besitzen ilförmiges Köpfchen, letztere mit sehr langem Schwanze; beim Kameel ist der Kopf nd schmal. Bei Vögeln und Reptilien, sowie bei Frosch und Kröte ist der Kopf lang-kt, cylindrisch, bei Singvögeln spiralig gewunden. Die Zoospermien von Triton, ander und Bombinator sind durch eine eigenthümliche undulirende Membran an dem n des Schwanzfadens ausgezeichnet (v. SIEBOLD, CZERMAK). Bei den Fischen ist die analog verschieden wie bei den Vögeln. Die Samenkörper der Wirbellosen sind ent-mehr fadenförmige Gebilde oder von mehr rundlicher Gestalt, letztere z. B. bei oden und mehreren Krustenthieren. Auch Zoospermien mit undulirenden Membranen n bei Wirbellosen beobachtet, bei einigen enthält der Same Zoospermien von zweier-. Bei vielen Wirbellosen umhüllt ein erhärtendes Sekret wie ein Schlauch eine Partie rmien, wodurch die sogenannten »Spermatophoren« und wohl auch die »Samenstäb-LEUCKART's entstehen. Die Cephalopoden haben einen eigenthümlich gebauten Arm, m Hoden den Samen aufnimmt und denselben in die weiblichen Generationsorgane (ARISTOTELES). Der Arm löst sich bei der Begattung vom Männchen los und führt auf dem Weibchen ein fast individuelles Leben, sodass man ihn früher für einen ten: Hectocotylus, hielt.

Der Eierstock und das Ei.

rstock. Man pflegte bisher an der Zeugungsdrüse des Weibes eine Art von ubstanz, d. h. eine nicht drüsige, ungemein blutreiche, der Hauptsache ndegewebige, schwammige, rothe, an kavernöses Gewebe erinnernde Masse diese umlagerndes Drüsenparenchym als Rindensubstanz zu unter-n. Peripherische Ausstrahlungen der bindegewebigen Markmasse sollten enparenchym eine Art Fachwerk bilden, in welchem die eigentlich drüsigen eingelagert seien und nach aussen in festere Verwebung zu einer wenig nzten Organhülle: Albuginea, zusammentreten.

rch die Untersuchungen PFLÜGER's ist die Erkenntniss über die Struktur rstocks in eine neue Phase getreten. Wir schliessen uns in der Folge den n Darstellungen WALDEYER's an.

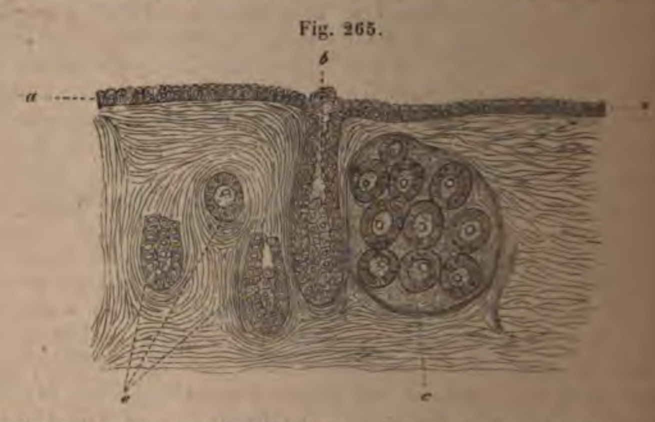
i den drei höheren Wirbelthierklassen sind die Ovarien im Allgemeinen em gleichen Typus gebaut. Der **reife Eierstock** zeigt als wesentliche Be-eile: 1) das Eierstocksepithel oder Keimepithel, 2) die Eifol-oder GRAAF'schen Follikel, in denen 3) die Eier enthalten sind. se Gebilde werden 4) getragen und zusammengehalten von einem äusserst ichen, muskel- und nervenhaltigen Bindegewebsstroma.

s Oberflächenepithel des Eierstocks, das man früher für eine direkte nzung der Serosa genommen hat, grenzt sich von dieser durch eine weisse b, welches rings um die Basis des Ovariums läuft. Das Keimepithel be-

steht anstatt des bekannten plattzelligen Peritonealepithels aus cylindr
Zellen, die eine dunklere Körnung zeigen. Es ist einem Schleimhau
gleichzusetzen, was schon daraus hervorgeht, dass an vielen Eierstö
Tubarepithel kontinuirlich, nur mit Verlust der Flimmerung auf die Ovar
fläche übergeht.

Auf dem senkrechten Durchschnitt des Eierstocks zeigt sich zu äuss
Keimepithel, dann folgt eine festere Bindegewebslage (Fig. 265), in wel

Fig. 265.



Senkrechter Durchschnitt vom Ovarium einer halbjährigen Hündin, Hartnack ³/₇. a. Epithel. b.
mit freier Mündung. c. Grössere Gruppe von Follikeln, traubenartig zusammengelagert. e.
Durchschnitte von Ovarialschläuchen.

einzelne Ovarialschläuche und jüngere Eifollikel zeigen. Dann f
älteren Eifollikel, zum Theil mit nahezu reifen Eiern, zu innerst das g
Hilusstroma, die sogenannte Marksubstanz. Die äusserste Lage des
bigen Ovarialstromas ist kurzfaserig, die Bündel durchkreuzen sich
Allgemeinen ist ihr Verlauf aber mehr parallel (Albuginea), in den tiefer
ten zwischen den Follikeln ist das Bindegewebe langfaserig, wenig
zellenreich. Die Zellen sind spindelförmig, hier und da mit sehr lange
fern. Die Marksubstanz, die sogenannte Gefässzone schliesst sich hier
bar an. Um die grösseren und mittelstarken Gefässe derselben liegen g
keln in einzelnen längsziehenden Bündeln, sie fehlen in der Rindensub
Menschen. Bei Amphibien und namentlich bei Knochenfischen erschein
das ganze Organ sehr muskelreich.

Der Hilus ovarii enthält ein Konvolut von weiten Venen, die be
Injektion eine Art Gefässbulbus darstellen (Rouget). Die Arterien
im Ovarium selbst jenen korkzieherartig gewundenen Verlauf, welch
Aesten der A. spermatica interna und die A. uterina bekannt ist. Das
netz ist sehr reich, am reichsten in der inneren Follikelhaut (His), hier
Membrana Ruyschiana der Choroidea erinnernd.

His beschreibt Lymphgefässe am Hilus ovarii und weite,
Lymphräume, welche schalenartig die Follikel (und gelben Körper
Waldeyer hat mit sehr dünner Markscheide versehene Nervenfasern
schen die grösseren Follikel eindringen sehen.

An den grösseren Graaf'schen Follikeln (Fig. 266) unterscheid

webige Wandung, Theca folliculi (v. Baer), die äussere Schichte besteht ähnlichem faserigem Bindegewebe, Tunica fibrosa, die innere ist sehr gefäss- unica propria, und besteht aus zellenreichem, jungem Bindegewebe. Be Follikeln fehlen diese Schichten. Die zelligen Follikelelemente liegen in rundlichen Stromalücken (Waldeyer). Kölliker nimmt dagegen eine lose Basalmembran auch für die jüngsten Follikel an. Die innere Ober- er Tunica propria ist bei den Säugethieren mit nehrschichtigen Cylinderepithel, Follikel- , Membrana granulosa, besetzt. An elten an mehreren Stellen, je nach der Zahl ollikel enthaltenen Eier, zeigt sich beim Men- d Säugethiere das Epithel zu einem frei in das mmen hineinragenden hügeligen Vorsprung an- Discus proligerus, Keimscheibe. Mit- er Keimscheibe liegt das Ei. Der Follikelraum brigen mit einer klaren Flüssigkeit, Liquor li, erfüllt, die bei jüngeren Follikeln noch Ein Theil der Zellen des Discus proligerus wird pithel unterschieden. Es bildet dieses eine enhängende Lage von Cylinderzellen, welche ch Art eines Epithels auf der Zona pellucida (Fig. 267).

Fig. 266.



Graaf'scher Follikel des Schweines ca. 10mal vergr. a. Aeussere, b. innere Lage der Faserhaut des Follikels, c. Membrana granulosa, d. Liquor folliculi, e. Keimhügel, ein Vorsprung der Membrana granulosa, f. Ei mit Zona pellucida, Dotter und Keimbläschen.

nische und ärztliche Bemerkungen. Der Liquor folliculi reagirt frisch fast neutral, h alkalisch, die an sich klare Flüssigkeit ist nur durch suspendirte Zellentrümmer . Sie enthält Eiweissstoffe gelöst, nach Waldeyer vorzugsweise Paralbumin. Die keiten des Hydrops ovarii sind in der Regel dunkelbräunlich gefärbt, sie ent nie und da viel krystallisirtes Cholesterin und eigenthümliche Eiweisskörper, Met- , Paralbumin (Scherer), welche ihr schleimige, fadenziehende Konsistenz ertheilen, Mucin erleiden sie durch Essigsäure schon in der Kälte eine Fällung. Dadurch unter- t sich die Hydroovarialflüssigkeit in der Regel von den einfach serösen Ergüssen und ssigkeiten der Echinococcuscysten, in denen wie in der Hydroceleflüs- it Bernsteinsäure und Inosit konstatirt wurden. In der Hydroceleflüssigkeit ich oft sehr viel Cholesterin und 4—5% Eiweisskörper, besonders viel Fibrinogen, ucker und Harnstoff wurden aufgefunden. Die Chemie und chemische Phy- ie des Eies cf. S. 83.

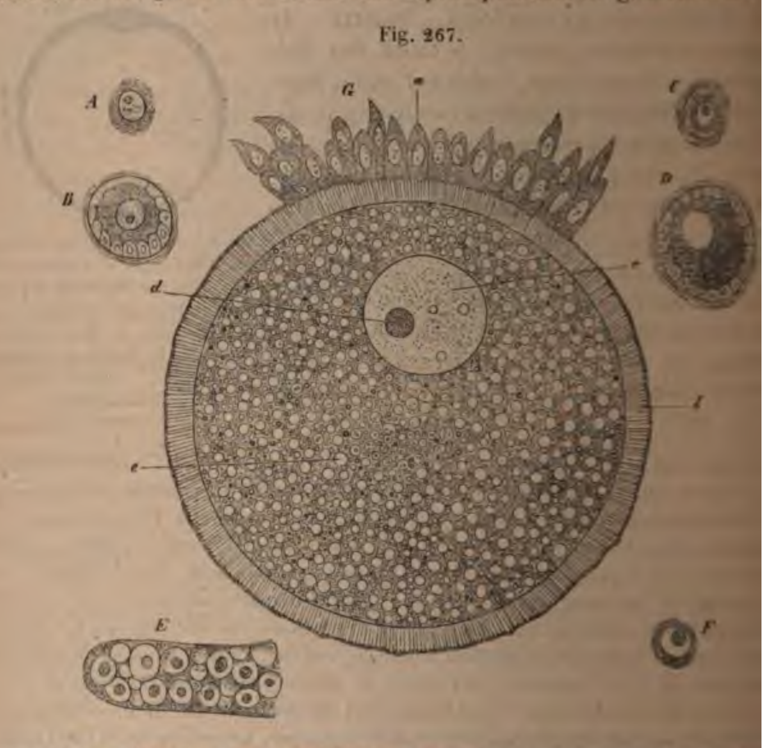
Ei ist bei allen Thieren in seiner ersten Anlage: Primordialei (His), eine Zelle mit weichem, körnigem, membranlosem Protoplasma: Haupt- oder Bildungsdotter, Kern: Keimbläschen und Kernkörperchen: eck, macula germinativa. Bei vielen niederen Thieren findet sich kon- Keimfleck noch ein äusserst kleines glänzendes Körperchen: das Korn). Im Follikel wird das Primordialei von einer sekundären, wahrschein- dem Follikelepithel ausgehenden Bildung: der Dotterhaut, Zona ida, umlagert.

Zona pellucida, die Umhüllungsmembran des Eies, ist eine starke, , gegen die Dottermasse scharf abgesetzte Lamelle, welche bei fast allen fen ein eigenthümliches Strukturverhältniss erkennen lässt, welches zuerst Müller und Remak an den Eiern der Fische nachgewiesen wurde; die

Zona ist nämlich in radiärer Richtung von zahlreichen Porenkanälen die sich bei den Säugethiereiern als feine Streifungen zu erkennen geben. DEYER glaubt, wie REICHERT und PFLÜGER, die Dotterhaut als eine der bildung (S. 30) verwandte Formation auffassen zu müssen, ausgehend Epithel. Eine weitere sogenannte Dotterhaut existirt nicht.

Der Hauptdotter charakterisirt sich als gewöhnliches Zellen PFLÜGER u. A. haben sogar Kontraktilität an ihm beobachtet (Fig. 267). teristisch ist der grosse Reichthum des Eiprotoplasmas an grösseren und

Fig. 267.



A. Primordialei vom Menschen; Fötus von 8 Monaten (Hartnack 2/9). *B.* Primordialfollikel Primordialfollikel einer Taube. *D.* Etwas älterer Follikel desselben Thieres; Beginn der Blindes Ende des Ovariums von Askaris nigrovenosa. Keimbläschen (zum Theil mit Keimfleck Korn) in einer diffusen Protoplasmamasse. *F* Ei von Askaris nigrovenosa ungefähr aus der SCHRÖN'sches Korn; Beginn der Dotterablagerung. *G.* Ei aus einem 2 Mm. dicken Follikel *a.* Eiepithel. *b.* Radiär gestreifte Zona. *c.* Keimbläschen. *d.* Keimfleck. *e.* Dotter. *B–G.*

glänzenden Körnern, wahre Dotterkörner (HIS) von verschiedener sie sollen die Reaktionen des Protagons und der Eiweisskörper zeigen.

Bei den reifen Eiern der Vögel und Reptilien kommt zu dem lichen Ei: Hahnentritt, Cicatricula mit dem von einer Dotterhaut ten Hauptdotter und dem Keimbläschen, dessen Keimfleck hier früh noch ein sogenannter Nebendotter oder Nahrungsdotter, weisser hinzu. Die Primordialeier der Vögel sind denen der Säugethiere men gleich. Der Nahrungsdotter, der dieselben in der Folge umhüllt, Produkt des Follikelepithels und zwar nach WALDEYER geradezu metamorph Protoplasma der Follikelepithelzellen, GEGENBAUR hielt dagegen die Nahrungs

heile für Differenzirungen aus dem Protoplasma der primitiven Eizelle [ach Andeutungen PFLÜGER's scheint auch bei dem Säugethiere eine Unterg zwischen zwei verschiedenen Dotterpartieen gemacht werden zu müssen. ıbläschen wird von einem helleren Protoplasma umgeben, auf welches ıs dunklere Masse aufgelagert ist. Es scheint nahe zu liegen (WALDEYER), ısere Schichte als eine sekundäre, vielleicht wie die des Nahrungsdotters dem Follikelepithel ausgehende Bildung aufzufassen. Doch tritt hier in : eine vollkommene Verschmelzung beider Protoplasmaantheile ein, wähden oben angeführten Eiern, an welche sich die Eier der Selachier, der ische und der höheren Krustaceen anschliessen, die Trennung eine ; ist. Für den durchgreifenden Unterschied zwischen beiden Dottern ie Beobachtung STRICKER's, der am Hauptdotter des Forelleneies deutliche : Bewegungen beobachtete, während der Nebendotter sich stets ganz rhält. Die Eier der Batrachier gleichen mehr denen der Säugethiere, sie ine deutliche Trennung von Haupt- und Nebendotter erkennen.

Stadien der Eientwickelung (S. 14. 21). Nur der Bildungsdotter betheiligt sich direkt Aufbau des Embryonalleibes. Je nachdem die Eier nur Bildungsdotter oder auch ;sdotter enthalten, kommt es zu einer totalen oder partiellen Furchung ›ei der Fortentwickelung des Eies. Die Embryonalzellen, welche aus den verschierten der Furchung hervorgehen, finden auch in verschiedener Art zum Aufbau des nalleibes Verwendung (CLAUS). Bei Coelenteraten, Echinodermen, sowie bei den n und niederen Organisationsformen der Würmer und Arthropoden besteht eine :io ex omnibus partibus, d. h. der Embryonalleib entsteht gleichmässig und r ganzen Begrenzung als eine die Reste des Dotters einschliessende Zellenschichte. höheren Thieren zeigt sich eine Evolutio ex una parte, hierbei wird der Dotter ımässig und erst nach und nach umwachsen von gewissen Punkten aus, an welchen :n Anlagen des Embryo auftreten. Im letzteren Falle zeigt sich noch eine Reihe von :denheiten. Die Schnecken schliessen sich an das erstgeschilderte Verhalten an. Bei esteht die Embryonalanlage aus einem flächenhaft entwickelten Primitivtheile, den Rest des Dotters in der Folge ganz umgreift, bei den Cephalopoden bleibt ein s letzteren als Dottersack frei. In anderen Fällen entsteht der Embryo aus einem treifen, entweder auf der Unterfläche des Dotters, es entspricht der Keimstreifen r ersten Anlage der Bauchtheile: bauchständiger Primitivstreifen (bei vielen Anneliden allen Arthropoden), oder er liegt dem Dotter auf und entspricht dann der ersten An-Rückenorgane: rückenständiger Primitivstreifen (bei den Vertebraten). Bei dem fortnden Wachsthum der als Primitivstreifen auftretenden Embryonalanlage wird der ıuch entweder vollkommen in den Leibesraum aufgenommen (Frosch, Insekt), oder , sich ein Dottersack (Vögel, Säugethiere). Auch die weitere allmählich fortschrei'ganisirung des Embryonalkörpers verläuft bei verschiedenen Thieren sehr verschieniederen Thieren erscheint er am einfachsten. Im Allgemeinen treten die verschiergane in der Reihenfolge ihrer Bedeutung für den fertigen Organismus überhaupt r nach ihrem Werth für die besonderen Bedürfnisse der Jugendzustände (CLAUS).

ickelung der Ovarien und Eier (WALDEYER). Bei Hühnerembryonen treten die ersten der Keimdrüsen beider Geschlechter gegen Ende des vierten Tages auf. Der che Körper (S. 502) zeigt sich mit einem regelmässigen cylindrischen Epithel überlas Epithel der übrigen Peritonealhöhle besteht dagegen bereits aus kleinen glatten SCHENK hat uns gelehrt, dass ursprünglich die ganze Pleuroperitonealspalte an ihrer che ein Cylinderepithel trägt. Am vierten Brutlage verdickt sich in der Mitte und Seitentheilen des WOLFF'schen Körpers das erwähnte Cylinderepithel bedeutend, die Verdickung ist die erste Anlage des Ovariums, die seitliche dient zur Bildung der

späteren Tube, des MÜLLER'schen Ganges. Während sich bei weiblichen
Epithelialverdickung immer weiter entwickelt, schwindet sie bei männlichen
achten oder neunten Tag. Bei ersteren erhebt sich bald aus dem interstitiellen
WOLFF'schen Körpers unter jener Epithelverdickung eine kleine, zellenreiche
Wucherung. Das verdickte Epithel über derselben gestaltet sich
und nach zur Anlage der GRAAF'schen Follikel und Eier, sowie
teren Ovarialepithels, während die bindegewebige Wucher
stimmt ist, das vaskuläre Stroma des Eierstocks zu liefern.
Schon jetzt zeichnen sich einzelne Zellen des Epithels durch Grösse, runde Form
fangreiche Kerne aus. Die bisher geschilderten Vorgänge lassen sich auch bei
konstatiren. Die weitere Ovarialentwickelung beruht nach WALDEYER (Fig. 268) auf
thümlichen Durchwachs
cess des Keimepithels und
liegenden bindegewebigen
Hervorwachsende Bindege
drängen sich zwischen das
wuchernde Epithel ein
ssen bald grössere, bald
tieen desselben, welche
mehr und mehr in die Tie
mas eingebettet werden.
Stadium der Entwickelung
gefässreiche Bindegewebe
der zusammenhängende
kavernose Maschenräume
Keimepithel in sich einschl
sen einzelne Partieen noch
netzförmig unter einander
hängen.

Unter den so in das Ovari
gebetteten Epithelzellen
nun bald sehr viele durch
und die Grösse ihres Kern
sind Eier. Andere Zellen
gegen klein und gruppiren
Art Epithel um die Eizellen
einzelnen Eizellen nebst
lialen Umhüllung werden
schen wucherndes Bindege
einander getrennt, die so
Fächer sind die jüngsten
Primordialfollikel,
Folge entwickelt sich die

Fig. 268.



Querschnitt des WOLFF'schen Körpers mit der Anlage des Eierstocks und des MÜLLER'schen Ganges. (Hühnerembryo vom Ende des vierten Bruttages.) *WK.* WOLFF'scher Körper. *y* Querschnitt des WOLFF'schen Ganges. *a* und *a*, Verdicktes Keimepithel. *z.* MÜLLER'scher Gang im Zusammenhange mit dem Keimepithel. *E.* Eierstocksanlage mit stark verdicktem Keimepithel. *O, O.* Primordialeier. *m.* Mesenterium. *L.* Seitliche Bauchwand.

culi. Die Form der Fächer, innerhalb deren die Eizellen mit dem Follikelepithel
sind, ist eine sehr verschiedene, bald sind es rundliche, bald ovale, bald sch
mige Bildungen, auf welche letztere namentlich PFLÜGER zuerst aufmerksam
Nach BISCHOFF ist mit Ablauf der Fötalperiode die Entwickelung der Eier zu
Verlauf des Lebens zur Reife gelangen.

Follikelepithel und Eizelle stehen genetisch in einer direkten Beziehung
sind bei allen Thierklassen weiter entwickelte, besonders
Epithelzellen des Ovariums. Die Primordialeier erscheinen im Prin
überall gleich gebaut, der äussere Unterschied der reifen Eier beruht auf den

ungen, welche das Ei theils noch im Eierstock, theils erst in den Eiwegen umhüllen LDEYER.

llgemeines über die Entwickelung der Zeugungsdrüsen beider Geschlechter (KÖLLIKER). Für die lderung der Entwickelung der Geschlechtsorgane bieten die WOLFF'schen Körper den Aus-spunkt. Wir lernten die WOLFF'schen Körper beim Menschen in der 4. und 5. Embryo-oche als zwei spindelförmige Drüsen kennen, welche in der ganzen Länge der Bauchhöhle erstrecken und durch ihre Ausführungsgänge die Urnierengänge oder die WOLFF'-on Gänge (THIERSCH), welche an ihrer äusseren vorderen Seite herablaufen, in das re Ende der Harnblase, unterhalb der Ureteren münden. Die Geschlechtsdrüsen, Hoden Eierstöcke entstehen selbständig, anfänglich bei beiden Geschlechtern in cher Anlage (WALDEYER) an der inneren Seite der WOLFF'schen Körper. Gleichzeitig ickelt sich neben dem WOLFF'schen Gang noch ein zweiter Kanal, der MÜLLER'sche g oder Geschlechtsgang, welcher sich auch in das untere Harnblasenende ein-t. Dieser Gang verschwindet beim männlichen Geschlechte bis auf die Vesicula prosta-den sogenannten Uterus masculinus, wieder, die Geschlechtsdrüse tritt mit dem WOLFF'-n Körper, der zum Theil den Nebenhoden bildet, in Verbindung, der WOLFF'sche Gang l Samenleiter. Beim weiblichen Organismus sind dagegen der WOLFF'sche Körper Gang ohne grössere Bedeutung, sie verschwinden bis auf den Nebeneierstock, die LER'schen Gänge dagegen bilden sich mit ihrem unteren verschmolzenen Ende zu Uterus Scheide, mit dem getrennt bleibenden oberen zu den Eileitern um. Schon oben wurde ähnt, dass auch bei den männlichen Embryonen ein Keimepithel wie im Ovarium legt wird, aber bald verkümmert Nach WALDEYER enthält jede Keimdrüse stets die Anlage er Geschlechter, eine derselben bildet sich zurück. Es tritt auch bei den Embryonen bei-Geschlechter zunächst ein Theil der Blinddärmchen des WOLFF'schen Körpers mit der ge der Keimdrüse in Verbindung, indem sie in dieselbe hineinwachsen. Bildet sich die ndrüse zum Eierstock aus, so verkümmern die theilweise hineingewachsenen WOLFF'-n Blinddärmchen zu dem Nebeneierstock. Im Gegentheile verlängern sie sich und ängeln sich knäuelförmig, wenn die Keimdrüse zum Hoden wird. Die nicht mit dem en verwachsenden Kanälchen sind die Vasa aberrantia Halleri. Bei beiden Geschlech-bleiben die oberen blasigen Enden der MÜLLER'schen Gänge, beim Mann als MORGAGNI'sche atite, beim Weib als ein Bläschen in der Nähe der Tuben. Die Reste des Urnierentheils WOLFF'schen Körpers werden beim Weibe zu einem dem Nebeneierstock anliegenden per, beim Manne liegen sie am Nebenhoden als GIRALDÈS'sches Organ, Parepididymis.

Zur vergleichenden Anatomie. — I. Hoden (LEYDIG). Der Hoden der Wirbelthiere enthält sekretorischen Zellen theils wie der Menschenhoden in langen Kanälchen oder in gestiel-oder ungestielten Blasen. Dem Menschenhoden analog verhalten sich die Hoden der gethiere, der Vögel, Schildkröten, Saurier, Ophidier, z. B. der Ringelnatter. Bei den achiern erweitert sich das blinde Ende der weniger gewundenen Samenkanäle etwas selartig. Durch eine gleichzeitige Verkürzung der Drüsenkanäle wie bei Salamandern l der Uebergang zu den Hoden gebildet, die aus gestielten Blasen bestehen (Coecilia ulata). Bei Rochen, Haien und Chimären treten die Ausführungsgänge mehrerer solcher chen zu grösseren Stämmchen zusammen, sodass zuletzt nur eine mässige Anzahl Vasa rentia aus dem Hoden austritt. Bei den Knochenfischen (vielleicht auch bei einigen eln) sind wohl häufig statt der Kanäle blasige Räume vorhanden, welche in einen gemein-en Hohlgang münden. Beim Stör trifft man dagegen Samenkanälchen. Sowohl wenn älchen als wenn Blasen den Hoden zusammensetzen, hat man seine bindegewebige Tunica pria und Sekretionszellen im Innern der Drüsenhohlräume zu unterscheiden, sodass der lenbau überall, trotz der geschilderten Formverschiedenheiten im Allgemeinen eine grosse ereinstimmung zeigt. Ebenso löst sich die äusserliche grosse Mannichfaltigkeit der lenformen bei den Wirbellosen zu ziemlicher Uebereinstimmung auf, wenn man nur die an betheiligten Gewebe ins Auge fasst. Auch hier sind dies nur Bindesubstanz und retionszellen. Bei den Cölenteraten scheinen nur die letzteren das Wesentliche zu sein,

es können bei unseren Hydren die Zellen der äusseren Haut durch lokale Verm
Umbildung ihres Inhaltes zu Samenzellen werden. Die der Tunica propria des
liegenden Zellen wimpern bei wenigen Thieren, z. B. bei den eigentlichen Hirud

2. Eierstock (WALDEYER). Im Allgemeinen zeigt sich eine Uebereinstimmung mit
lichen Keimdrüse. Bei den niedersten Thieren scheinen auch die Eierstöcke auf ih
lichstes Element, die Eizelle, reducirt. Bei den Poriferen sollen sich z. B. einzel
zellen des Kanalsystems zu Eiern ausbilden können. Bei den Infusorien ist der
als weibliches keimproducirendes Organ aufzufassen. Bei manchen Würmern
teraten sind einzelne Zellen der Leibeswand mit Keimepithel bekleidet, ohne
Unterlage, die Zellen wachsen ohne Weiteres zu Eiern aus. Echinodermen, Moll
fast alle Arthropoden, zeigen besondere nach dem Typus der schlauch- oder
migen Drüsen gebaute Organe, bei den meisten finden sich Analogieen der Eifollik
bei den Vertebraten zur ständigen Einrichtung werden. Die primordiale Eizelle w
Ausbildung besonderer Nebentheile in ein eigenes Fach eingeschlossen, von
cularisirten Stroma umgeben. Die ganze Anlage der Eierstöcke folgt entsch
Typus der ächten, d. h. epithelialen Drüsen, auch werden epitheliale Gebilde in
rundlichen, länglichen oder schlauchförmigen Massen in ein bindegewebiges, g
des Gerüste eingebettet. Erwähnung haben noch die Z w i t t e r d r ü s e n zu finde
bei dem Molluskentypus sehr verbreitet sind, hier werden, mitunter sogar in dens
likeln, sowohl Eier als Samenkörperchen aus den Epithelzellen der Drüsensc
z. B. bei Limnaeus auricularis (EISIG). Beiderlei Zeugungsstoffe können dann
durch denselben Ausführungsweg finden.

Eireifung und Menstruation.

Periodisch, bei dem menschlichen Weibe meist alle 28 Tage, bei Säu
in grösseren Zwischenräumen (Brunst), gelangen ein oder mehrere F
Ovariums zur Reife. Die Follikel dienen als Sprengorgane der Eierst
Ihre Grösse und die Spannung ihrer Wand nimmt namentlich durch Ve
des Liquor folliculi mehr und mehr zu, die reifenden Follikel nähern
Oberfläche des Ovariums und kommen schliesslich unmittelbar unter die
Bindegewebsschichten zu liegen. Endlich platzt der Follikel mit den ihn
deckenden Ovarialschichten, das Eichen, umgeben von den Zellen d
proligerus, wird mit der Follikelflüssigkeit frei und von dieser in die Tu
geschwemmt, welche, wie man annimmt, sich zur Aufnahme des Eies
Fransen an den Eierstock anlegen. Der Eierstock des menschlichen We
hält in gemässigten Klimaten etwa von dem 15. Jahre an bis zur Mitte d
ziger reife Eier. Der periodische von einer Begattung vollkommen una
Vorgang der Eilösung (BISCHOFF) ist mit einer kapillaren Blutung der
schleimhaut verknüpft: M e n s t r u a t i o n , R e g e l , welche meist mehre
hält. Auch bei den Säugethieren ist die Eilösung mit einem Blutabgang
Genitalien verbunden. Bei dem menschlichen Weibe wird meist nur e
jeder Menstruation gelöst. Während der Schwangerschaft und Laktati
normal keine Eireifung und daher auch keine Menstruation statt. (Ue
strualblut cf. S. 365.)

PFLÜGER hat die Meinung ausgesprochen, dass die mit einer theilweisen Ab
oberflächlichen Schichte des Uterusepithels einhergehende Kapillarblutung des Ut
sam eine »Anfrischung« der Uterinschleimhaut in chirurgischem Sinne sei, um die V
gleichsam Verwachsung des befruchtenden Eichens mit der Uterinschleimhaut zu

ıtzte Follikel bildet sich zum Corpus luteum. Bei dem Zerreissen gelangt ı seine Höhle. Die Zellen des Follikelepithels wuchern zuerst, gehen dann aber letamorphose ein, die Follikelwand bildet sich zurück, der so gebildete gelbe t wieder mehr und mehr in das Innere des Ovariums. Meist schon vor der den Menstruation schrumpft das Corpus luteum immer mehr, endlich verschwinhmal einige Pigmentkrystalle, Haematoidin, zurücklassend. An der oberflächelle des Ovariums bleibt eine Narbe, wodurch die anfänglich glatte Ovarialoberund mehr uneben wird. Während der Schwangerschaft entwickelt sich das andene Corpus luteum zu bedeutenderer Grösse: man bezeichnet solche als be Körper, während man die nach jeder Menstruation sich bildenden falsche · nennt.

Die Befruchtung. Zeugung.

stehung eines neuen vollkommenen Individuums durch geschlechtıg wird durch die materielle Vereinigung der Keimsubstanzen des ınd weiblichen Geschlechts eingeleitet. Das Wesen der Befruchtung ım Eindringen eines oder mehrer Samenfäden in das Innere des Eies ıelzen der Substanz der weiblichen Keimzelle, des Eies, mit der der des Samenfadens (S. 16). Die in das Ei eingedrungenen Samenfäden ırin in einer bisher noch nicht näher erkannten Weise auf.

wahrscheinlich treffen bei dem menschlichen Weibe, wie bei den , Ei und Samen oft schon auf dem Ovarium oder in dessen Nähe in usammen, Bischoff fand bei Säugethieren nach der Begattung (nach ›ei einer Hündin) Samenfäden auf der Oberfläche des Ovariums. Das Ei gelangt meist, wahrscheinlich unterstützt durch die Flimmerbeweıbenschleimhaut in den durch die Menstrualblutung zu seiner Aufreiteten Uterus, setzt sich an dessen Schleimhaut fest und wird von h nicht vollkommen aufgehellter Weise umwachsen.

ung auf nähere Beschreibung der folgenden Vorgänge der Schwangerschaft t, sowie auf die Kritik der Lehren über Ueberschwängerung und Ueber; wird auf die Lehrbücher der Geburtshülfe verwiesen.

ani hat zuerst unbestreitbar bewiesen, dass der materielle Kontakt von Samen wesentliche Bedingung der Befruchtung bildet. Nach Unterbindung der Tuben tung unwirksam, Frosch- und Fischeier entwickeln sich bei künstlicher Be-, auch Säugethiere können mittelst Einspritzung von Samen in die Genitalien erden. Schon Spallanzani's Versuche wiesen auf die hervorragende Bedeutung den für die Befruchtung hin. Nach den Untersuchungen von Barry, Newport f dringen die Samenfäden unter lebhaften Bewegungen mit dem Kopf voran na pellucida des Säugethiereies in diese ein. Bei den Eiern der Insekten und idewürmer etc., sind für das Eindringen der Samenfäden eigene Oeffnungen, en, für den Durchtritt der Samenfäden an den festen Eihüllen vorhanden.

Zeugung (Claus). — Im ersten Kapitel haben die wichtigsten Gesichtspunkte über ıng neuer Individuen schon ihre Darstellung gefunden. Es erübrigt noch die en Formen der elterlichen Zeugung im Einzelnen etwas näher zu betrachten. ch im Allgemeinen immer auf die Absonderung eines körperlichen Theils n, welcher sich zu einem dem elterlichen Organismus ähnlichen Individuum Als Hauptformen der Zeugung pflegt man zu unterscheiden: Theilung, z, Keimbildung und geschlechtliche Fortpflanzung. Die drei ngsformen werden als ungeschlechtliche Zeugung zusammengefasst. Die

Fortpflanzung durch Theilung findet sich vorzugsweise bei den Protozoen. Die in zwei Individuen führende Abschnürung des Mutterthiers kann longitudinal, und diagonal erfolgen, sie kann vollständig oder unvollständig sein. Im letzteren steht durch fortgesetzte unvollständige, dichotomische Theilung, wobei die Thiere mit den alten im Zusammenhang bleiben, ein sogenannter Thierstock linen, Polypenstöcke). Bei der Keimung geht der Abschnürung oder vollkommenen lung ein einseitiges, zur Bildung einer Knospe führendes Wachsthum des Mutterthiers aus. Tritt keine vollkommene Abtrennung ein, so entstehen auch hier wie bei mener Theilung Thierstöcke (Polypenstöcke). Bei der Keimbildung Innern des Organismus Zellen oder zellenähnliche Bildungen (Keimkörner) ab, zu neuen Individuen organisiren können. Bei den Gregarinen löst sich das thier in Keimkörner, d. h. in ihre Nachkommenschaft auf, meist bildet sich Theil des mütterlichen Organismus zu Keimen um (Trematoden, Sporocysten, geschieht das in der Mehrzahl der Fälle in einem bestimmten, die Funktion der zung übernehmenden Organe: Fortpflanzungskörper (Infusorien, Cecidomyien, vivipare Aphiden, cf. unten).

Die geschlechtliche Fortpflanzung schliesst sich in ihren Grund Keimbildung vollkommen an. Im Allgemeinen besteht ihr Wesen in der Bildung schiedener Keime, Eizelle und Samenzelle, deren Konjugation erst zur Entwickelung neuen Individuums führt. Die Fortpflanzungskörper bezeichnet man hier als (Samen erzeugende) und weibliche (Eier zeugende) Geschlechtsorgane. sprüngliche und einfachste Form des Auftretens der Geschlechtsorgane erscheint maphroditismus. Ei und Same wird von demselben Thiere erzeugt, der Hermaphrodit repräsentirt für sich allein die Art. Am meisten verbreitet ist diese zungsform unter den niederen Thieren, doch findet er sich in allen thierischen Organisationsplänen (Claus). Besonders einzeln vorkommende (Eingeweidewürmer) oder bewegende (Landschnecken, Würmer) oder der Ortsbewegung ganz unfähige Tunicaten, Austern) sind hermaphroditisch. In den einfachsten Fällen befruchten sich die beiden nachbarlich entstandenen Keime direkt im Organ Zwitters (Ctenophoren). Bei den Schnecken finden sich noch Eierstöcke und selben Drüse: Zwitterdrüse, vereinigt, die Ausführungswege zeigen dabei schreitende Sonderung. Bei den Trematoden bestehen zwischen den getrennten gängen noch kommunicirende Gänge, durch welche ein Begegnen der beiden ermöglicht ist. Endlich leitet der Hermaphroditismus dadurch zur Trennung schlechter über, dass Eierstöcke und Ovarien vollständig getrennte Ausführungsgänge besitzen, sodass nicht mehr die Selbstbefruchtung, sondern die Wechselbefruchtung zweier hermaphroditischer Individuen, von denen dabei meist jedes Männchens und Weibchens spielt, zur Regel wird. Verkümmert die eine schlechtsorgane theilweise oder vollkommen (Distomum filicolle und haematobium wir Individuen getrennten Geschlechtes vor uns.

Die geschlechtliche Zeugung schliesst sich noch weiter durch die besonders ziemlich häufig beobachtete (v. Siebold) Parthenogenesis innig an die dung an. Die in einem ausgesprochen weiblichen Organismus, in einem Eierstock Eizelle ist unter gewissen Verhältnissen ähnlich wie die Keimzelle spontan entwickelungsfähig ohne Hinzutritt des männlichen Keimstoffs (Bienen, Psychiden, Schildläuse etc.). Bei den sonst eierlegenden und geschlechtlich sich fortpflanzenden kommen Generationen, im Allgemeinen nach dem Typus von Weibchen gebaute Individuen vor, denen aber die Einrichtungen zur geschlechtlichen Befruchtung und deren Eier sich ohne Begattung entwickeln. Auch die Cecidomyien zeugen lebendige Junge. In der Anlage der Fortpflanzungsdrüse entsteht frühzeitig eine Anzahl von Fortpflanzungszellen, welche sich sofort ohne

en entwickeln, sodass hier kein Unterschied zwischen der Geschlechtsdrüsenanlage und Fortpflanzungskörper der Keimbildung existirt (cf. oben).
ben (S. 16. 912) wurde darauf hingewiesen, das auch das unbefruchtete Säugethierei sse erste Stadien der Entwickelung regelmässig durchmacht (BISCHOFF, OELLACHER), es geht h in der Folge sehr bald zu Grunde. Bei der Parthenogenesis schreitet die Entwickelung ies bis zu ihrem Endziele fort. Wahre Parthenogenesis ist bisher nur neben geschlecht-r Zeugung beobachtet worden, stets liefert sie nur Individuen eines Geschlechts. längsten bekannt ist der Vorgang bei den Bienen. Von dem Hochzeitsflug kehrt die nkönigin mit gefülltem Receptaculum seminis in den Bienenstock zurück. sie ist will-ch im Stande die von ihr gelegten Eier zu befruchten. Es ist durch die Untersuchungen EBOLD's u. A. erwiesen, dass nur die Eier, aus welchen sich Arbeiterinnen bilden n, befruchtet werden, die Eier, aus denen sich Drohnen, Männchen entwickeln, en dagegen unbefruchtet. Bei den Psychiden fand v. SIEBOLD das Verhältniss im Allge-en analog wie bei den Bienen, die unbefruchteten Eier liefern hier aber nur Weibchen. ie Parthenogenesis steht mit dem Generationswechsel in einem gewissen Zu-menhang. In der Mehrzahl der Fälle sehen wir aus dem Ei einen jugendlichen Organis-hervorgehen, der sich nach mehr oder weniger grosser Umbildung zum geschlechts-m, die Art repräsentirenden Organismus umbildet. Beschränkt sich die nachembryonale wickelung nicht nur auf allgemeines Wachsthum, und die Ausbildung der Geschlechts-me, sondern ist die Körperform des neugeborenen Organismus in wesentlichen Stücken visorische Einrichtungen, Larvenorgane) von denen des erwachsenen unterschieden, so ichnen wir die Entwickelung als Metamorphose, das unentwickelte Junge als ve. Der Generationswechsel zeigt uns nun Fälle, bei denen die Entwickelungs-gänge nicht an einem und demselben Individuum wie bei der Metamorphose ablaufen, denen also die gesammte Lebensgeschichte der Art nicht mit der Entwickelung eines viduums beginnt und abschliesst, sondern sich aus dem Leben und der Entwickelung eier oder mehrerer Generationen zusammensetzt. Der Larvenzustand, her sich zu dem Zustande des vollkommenen geschlechtlich entwickelten, die Art äsentirenden Individuums bei der Metamorphose an ein und demselben Thiere fortbildet, bei dem Generationswechsel selbständig, pflanzt sich ungeschlechtlich fort (S. 926), erst nach einem gesetzmässigen Wechsel einer oder mehrerer ungeschlechtlich fortpflanzender, verschiedenartiger, gleichsam Larven darstellender Generationen ent-t wieder eine geschlechtlich entwickelte, sich geschlechtlich fortpflanzende Generation. direkten Nachkommen dieser sind wieder von ihnen verschieden, pflanzen sich unge-echtlich durch Knospung oder Keimung fort (Ammen), woraus entweder sofort oder h einer neuen Ammengeneration (man unterscheidet dann die erste Generation als Gross-men von der zweiten der Ammen) entwickelte Geschlechtsthiere hervorgehen. Unter-eiden sich die Ammen in Gestalt und Lebensverrichtungen wenig von den entwickelten chlechtsthieren wie bei Salpen und Aphiden, so bezeichnet man das wohl auch als terogonie. Bei Trematoden, Cestoden, Medusen steht die Amme zum Geschlechtsthiere Verhältnisse einer Larve. Ammen und Geschlechtsthiere können mit einander zu poly-rphen Thierstöcken (Siphonophoren) vereinigt sein, wo dann die Individuen in m, Organisation und Lebensaufgabe verschieden sind (CLAUS).

Begattungsorgane und Begattung. Bei dem Menschen wird der Same zum Be-der Befruchtung in die weiblichen Geschlechtsorgane eingebracht, die hier-etheiligten Organe werden als Begattungsorgane, der Akt selbst als Begattung ichnet. Das männliche Begattungsglied wird durch die Erektion zu dieser ktion befähigt. Das Wesen der Erektion besteht in einer strotzenden Blut-llung der Corpora cavernosa. Sie scheint auf einer Hemmung des Blutabflusses den Schwellkörpern, durch Kompression der abführenden Venen, und gleich-g auf einem vermehrten Blutzufluss durch Nachlass einer tonischen Gefäss-

kontraktion (KÖLLIKER) zu beruhen. ECKHARDT fand, dass beim Hund
fäden, welche vom Plexus ischiadicus zum Pl. hypogastricus verlauf
erigentes, durch ihre Reizung Erektion veranlassen; LOVEN beobach
dabei die angeschnittenen Gefässe des Plexus stärker bluten, was f
schlaffung der Gefässwandungen sprechen mag. Der Druck in den Pe
steigt dabei nur auf $^1/_4$ des Druckes in der Carotis desselben Thier
GÜNTHER und HAUSMANN durchschnitten die vasomotorischen Nerven
welche durch den N. pudendus und die Nn. dorsales penis gehen, w
Fähigkeit zur Erektion vernichtet wurde (S. 898). Eine Kompression der
den Venen haben die Beobachtungen HENLE's und LANGER's wahrscheinlic
Nach dem ersteren könnte sie, namentlich bei dem Maximum der Erek
den Musculus transversus peritonei erfolgen, durch den die Vv. prof
durchtreten. LANGER weist in demselben Sinne auf die an glatten M
reichen Vorsprünge in den Venen des Plexus Santorini hin, sowie d
die Vv. profundae durch die Corpora cavernosa selbst hindurchlaufen
wundene Verlauf der Arteriae helicinae, welcher eine Verlängerung der
Zerrung der Arterien ermöglicht, ist bekannt.

Der Same wird bei sensibler Reizung des Penis aus den Same
durch peristaltische Kontraktion der Samenleiter und Samenblasen in
röhre und von da durch rhythmische Kontraktionen der Mm. bulbocav
ischiocavernosi in die weiblichen Geschlechtsorgane eingetrieben, i
ebenfalls gewisse Reflexbewegungen, z. B. senkrechteres Aufstellen
(S. 897) und peristaltische Bewegungen des Uterus und der Tuben nach d
zu eintreten sollen. Die Ursachen des Vordringens des Samens in die T
zum Ovarium sind unbekannt, die regellosen Bewegungen der Samenfä
dasselbe nicht vermitteln, ebensowenig scheint das nach auswärts sc
Flimmerepithel der Tubarschleimhaut dazu geeignet.

Entwickelung der äusseren Genitalien (KÖLLIKER). Hoden und Eierstöcke liege
der Bauchhöhle an der vorderen inneren Seite der Urnieren neben den Lenden
Hoden rücken bekanntlich später allmählich nach abwärts (**Descensus testiculor**
langen meist noch vor der Geburt (im 8. Monat) durch den Leistenkanal in das
welches sich schon im dritten Monat der Processus vaginalis peritonei selbständig
hat. In Ausnahmsfällen bleibt ein oder beide Hoden im Leistenkanal oder in der B
Kryptorchidie. Der **Descensus ovarii** ist weniger ausgeprägt als der des Hodens
die Eierstöcke gegen die Leistengegend herab, indem sie sich zu gleicher Zeit s
In sehr seltenen Fällen treten sie wie die Hoden in den Leistenkanal und könne
in die grossen Schamlippen herabrücken.

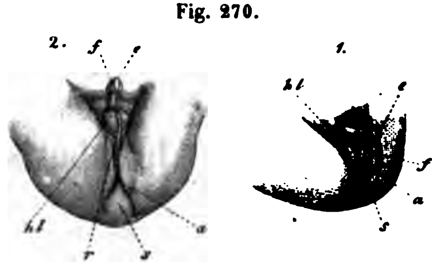
Die äusseren Geschlechtstheile bilden sich bei beiden Geschlechtern
gleicher Anlage. In der vierten Woche zeigt sich nahe am hinteren Leibesende die
mündung, die gemeinsame Mündung des Darms, des Urachus und der Urni
bevor sich diese einfache Oeffnung trennt, erheben sich, etwa in der sechsten W
derselben ein einfacher Wulst: Geschlechtshöcker, und zwei seitliche F
schlechtsfalten. Gegen Ende des zweiten Monats zeigt sich weiter die soge
schlechtsfurche von der unteren Seite des sich mehr erhebenden Höckers z
mündung verlaufend. Im dritten Monat, in welchem sich auch die Kloakenmü
beiden oben angeführten Oeffnungen durch Bildung des Dammes trennt, tre
schlechtstheile deutlicher hervor (Fig. 269 u. 270). Beim männlichen Embr
Genitalhöcker zum Penis, im dritten Monat bildet sich an seiner Spitze eine Ans
lung, die Glans; in der ersten Hälfte des vierten Monats verwächst die Genit

röhre, und etwa gleichzeitig verwachsen auch die beiden Genitalfalten zum Scrotum, Naht: Raphe scroti et penis, die von der Penisspitze zum Anus läuft, deutet die Ver-

Fig. 269.

Bildung der äusseren Genitalien des Menschen nach ... 1. Unteres Leibesende eines Embryo des achten ..., 2mal vergr. *e* Glans oder Spitze des Genital..., *f* Genitalfurche rückwärts zu einer Oeffnung ..., die um diese Zeit auch die des Mastdarmes ist, ... eine Kloakenmündung darstellt, *hl* Genitalfalten, ...artiges Leibesende, *n* Nabelstrang. 2. Von ... 1" 2''' langen, etwa zehn Wochen alten weiblichen ...yo. *a* After, *ug* Oeffnung des Sinus urogenitalis, ... der Genitalfurche oder Labia minora. Die übrigen Buchstaben wie bei 1.

Fig. 270.



Zur Entwickelung der äusseren Genitalien nach Ecker. 1. Von einem 1" langen Embryo, 2mal vergr., ein Stadium darstellend, das dem der Fig. 270, 2 vorangeht, bei dem das Geschlecht noch nicht entschieden ist. 2. Von einem männlichen Embryo von 2" $1\frac{1}{2}$''' vom Ende des dritten Monates. Buchstaben wie bei Fig. 269. Bei 2. ist die Genitalfurche geschlossen in der Naht *r* des Penis, Scrotum und Perineum.

...sungsstelle an. Den hinteren Harnröhrenabschnitt bildet der Sinus urogenitalis, als ...n röhrenförmiger Ansatz nun die Harnröhre des Mannes erscheint. Bei den weib...en äusseren Genitalien verwachsen Geschlechtsfurche und Geschlechtswülste nicht, ...rch der Sinus urogenitalis ganz kurz bleibt. Die Genitalwülste werden zu den grossen ...mlippen, die Ränder der Geschlechtsfurche zu den Labia minora, von welchen aus dann ... eine Falte um die Glans der aus dem Geschlechtshöcker sich bildenden, lange unver...nissmässig gross bleibenden Clitoris sich erhebt. Der verkürzte Sinus urogenitalis bildet Grube zwischen den kleinen Schamlippen, in welche die kurze Harnröhre und die ...na getrennt einmünden.

Alphabetisches Register.

A.

D.

E.

F.

G.

H.

I.

K.

L.

N.

O.

P.

Q.

R.

S.

Druckfehler.

Seite	45	Zeile	19	von	oben	statt	Oberkiefersatz	zu lesen	Oberkieferfort[illegible]
-	183	-	17	-	unten	-	eine	-	einer.
-	184	-	26	-	-	-	von	-	vor.
-	382	-	14	-	-	-	Transfusson	-	Transfusion
-	580	-	5	-	-	-	Boleuchtung	-	Beleuchtung
-	632	-	17	-	-	-	Muskelelasticität	-	Muskelelektr[illegible]
-	719	-	18	-	oben	-	Kalabor	-	Kalabar

